

Groupe 1:

Il faut aller jusqu'au bout de la résolution des exercices.

Exercice 1 du td 15:

N'oubliez pas à refaire le schéma où sont précisées les valeurs numériques d'entrée et de sortie.

D'après le cours, le bilan thermodynamique de la tuyère s'écrit :

C'est le 1^{er} principe en système ouvert, ou 1^{er} principe indiciel.

$$(e_2 - e_1) + (h_2 - h_1) = w_m + q$$

$e_2 = e_1$ car horizontale.

On la tuyère est adiabatique ($\Rightarrow q = 0$) et elle ne comporte aucun élément mobile, d'où $w_m = 0$.

$$\text{Ainsi, } \left(\frac{\vec{v}_2^2}{2} - \frac{\vec{v}_1^2}{2} \right) + (h_2 - h_1) = 0$$

$$\Leftrightarrow \frac{\vec{v}_2^2}{2} = h_1 - h_2 + \frac{\vec{v}_1^2}{2}$$

D'autre part, on considère la vitesse du fluide à l'entrée comme nulle, i.e. $v_1 = 0$. Et le fluide est assimilé à un gaz parfait, d'où $h = c_p T$

↑
capacité thermique
massique à pression
constante

Alors,

$$v_2 = \sqrt{2c_p(T_1 - T_2)}$$

pb d'homogénéité

Ensuite, on sait que $c_p = \frac{\gamma}{\gamma - 1} \frac{R}{M}$, donc :

$\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$

$\gamma - 1$

$\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

$\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

↑
air

$M_{\text{air}} = 29 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2}{M} \frac{\gamma}{\gamma - 1} R (T_1 - T_2)}$$

AN: $v_2 = 2 \cdot \frac{1,4}{0,4}$

De plus, pour une transformation adiabatique et réversible d'un gaz parfait, on a :

$$P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma, \text{ or } \frac{T_2}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{P_1 V_1} \left\{ \begin{array}{l} \text{grâce} \\ \text{à la} \\ \text{des GP} \end{array} \right.$$

$$\text{d'où, } \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \quad \left(\Leftrightarrow T_2 = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} T_1 \right)$$

$$\Rightarrow v_2 = \sqrt{2c_p \frac{\gamma}{\gamma - 1} \frac{R}{M} \left(T_1 - T_1 \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \right)}$$

$$(AN: \underline{v_2 \approx 8,6 \cdot 10^2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}) ?$$

↪ ne correspond pas à votre expression littérale.

2. (D'après le cours) On applique à nouveau le 1^{er} principe industriel

$$D_m \left[\underbrace{(e_{c2} - e_{c1})}_{=0} + \underbrace{(h_2 - h_1)}_{c_p(T_2 - T_1)} \right] = P_{méca} + P_{thermique}$$

$= \frac{\vec{v}_2^2}{2}$

turbine caloricifuge

$$\Rightarrow P_{méca} = D_m \left[\frac{\vec{v}_2^2}{2} + c_p \underbrace{(T_2 - T_1)}_0 \right] - P_{thermique}^0$$

$$AN? \quad 1 - v_2 = \sqrt{\frac{2 \times 1,4 \times 831 \times 1000 \left(1 - \left(\frac{2}{10} \right)^{\frac{1,4-1}{0,4}} \right)}{(1,4-1) \times 9029}} = \underline{860 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}$$

2. $P_{méca} = ?$ en l'absence de la valeur numérique de D_m

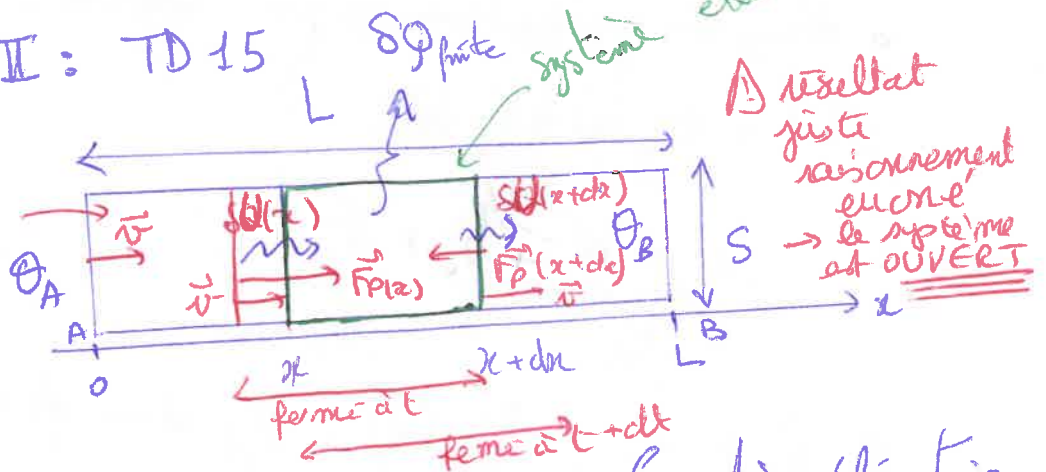
calculons $w_{méca} = \frac{P_{méca}}{D_m} = \frac{v_2^2}{2} = \underline{370 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}}$

$\delta U_s = \delta U(x+dx) =$ énergie qui sort de l'ouvert pendant dt
 $\delta U_e = \delta U(x) =$ énergie qui entre dans

Exercice II : TD 15

GROUPE 3 :

air en écoulement.



Δ résultat
juste
raisonnement
encore
le système
est OUVERT

1. effectuons un bilan d'énergie sur le système élémentaire
entre t et $t+dt$. Δ le système est ouvert

beaucoup trop rapide!!! et très maladroite pour l'air $c_p \neq c_v$

$$\begin{aligned} du &= u(t+dt) - u(t) = (U_{ouvert}(t+dt) + \delta U_s) - (U_{ouvert}(t) + \delta U_e) \\ &= \delta U_s - \delta U_e \\ &= \delta m_s u_s - \delta m_e u_e \\ &= \delta m (u_s - u_e) \end{aligned}$$

grandes masses
écoulement stationnaire, conservation de δm .

Le premier principe s'écrit pour le système fermé.

$$dE_c + du = \delta Q_{fuite} + W_{premier}$$

avec $v \approx \text{const}$
 $\Rightarrow dE_c = 0$
 (faire demo)

$$\delta Q_{fuite} = -P_{fuite} dt \Leftrightarrow \delta m c_p \frac{d\theta}{dx} dx dt = -K(\theta(x) - \theta_0) dx dt$$

$$\frac{d\theta(x)}{dx} + \frac{K}{\delta m c_p} (\theta(x) - \theta_0) = 0$$

on envoie :

$$\delta m [h(x+dx) + \frac{P(x)}{\rho} - (h(x) + \frac{P(x)}{\rho})] = -P_{fuite} dx$$

$$\delta m [h(x+dx) - h(x)] = -P_{fuite} dx$$

$$\delta m \frac{\partial h}{\partial x} dx = -P_{fuite}$$

$$\delta m c_p \frac{d\theta}{dx} dx = -P_{fuite}$$

$$\frac{d\theta}{dx} + \frac{\theta(x) - \theta_0}{l_0} = 0$$

où $l_0 = \frac{\delta m c_p}{K}$ caractéristique d'une longueur.

• d'équation précédente a pour solution :

$$\theta(x) = \theta_p(x) + \theta_h(x)$$

$$= \underbrace{A e^{-x/l_0}}_{\theta_h} + \underbrace{\theta_0}_{\theta_p}$$

Or à $x = 0$, $\theta(x=0) = \theta_A$ donc $A = \theta_A - \theta_0$

Donc $\boxed{\theta(x) = \theta_0 + (\theta_A - \theta_0) e^{-x/l}}$

À la sortie du tube ($x=L$), on a :

$$\theta_B = \theta(x=L) = \theta_0 + (\theta_A - \theta_0) e^{-L/l_0} \text{ avec } l_0 = \frac{Dm c_p}{K}$$

$$= 20 + (200 - 20) e^{-\frac{2 \times 10}{0,010 \times 1000}}$$

$$= 20 + 180 e^{-2} \approx 44,3$$

Donc $\boxed{\theta_B = 44,3^\circ\text{C}}$

• La puissance thermique échangée vaut :

$$\phi = Dm c_p (\theta_A - \theta_B) = 0,010 \times 1000 \times (200 - 44)$$

$$= 1560 \text{ W}$$

soit $\boxed{\phi = 1,56 \text{ kW}}$

(celle reçue par l'air chaud = $-1,56 \text{ kW}$)

Q1 notre système peut être représenté comme ci-contre



Ainsi par le premier principe de la thermodynamique :

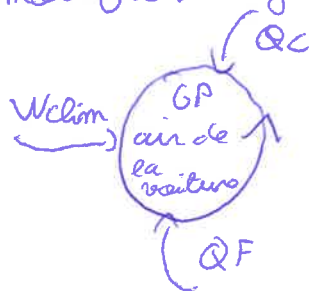
$$\Delta H_1 = Q_c + Q_F, \text{ on cherche seulement à calculer } \Delta H_1$$

$$\text{et } \Delta H_1 = C_p \Delta T = C_{p, \text{air}} \Delta \theta = C_{p, \text{air}} V \Delta \theta$$

$$\text{alors } \Delta H_1 = 10^3 \times 1 \times 4 \times (21,5 - 20,1) = 6 \times 10^3 \text{ J}$$

↳ trop approximatif, vous pourriez utiliser la loi des

Q2 on modifie le système (on rajoute le travail d'une clim) :
GP pour plus de précision.



Ainsi par le premier principe ~~fondamental~~ de la thermodynamique :

$$\Delta H_2 = Q_c + Q_F + W_{clim} \quad \left(\text{or comme la température du système est maintenant constante, } \Delta H_2 = 0 \right)$$

↳ il s'agit d'un cycle en fait.

$$\text{alors } W_{clim} = -(Q_c + Q_F) = -\Delta H_1 \text{ d'après Q1}$$

$$\text{finalement } P_{clim} = \frac{W_{clim}}{\Delta t} = \frac{-\Delta H_1}{\Delta t} \approx P_{clim} = \frac{-6 \times 10^3}{60} = -100 \text{ W}$$

Q3

Cap 5

le choix d'un climatiseur plus puissant est compréhensible. En effet le rendement d'un climatiseur n'étant pas particulièrement bon un choix tel que $P = 500 \text{ W}$ permet de garder de la marge.

↳ le climatiseur doit aussi refroidir l'air chaud de l'extérieur pour l'amener à 20°C .

5) $e_{cA} = e_{cD}$ et $z_A = z_D$) $\rightarrow$ oui avec air en écoulement incompressible et σ suffisamment faible.

donc $D_m (h_A - h_D) = \underset{0}{P_{thermique}} + P_{dim} \rightarrow P_{dim} = D_m c_p (T_A - T_D)$

$\Rightarrow D_m = \frac{P_{dim}}{c_p (T_D - T_A)}$ on suppose ici que $c_p = 1005 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$

AN: $D_m = \frac{-120}{1005 (5 - 20)} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$

la puissance thermique est
celle de la voiture lors de
la transformation D $\rightarrow$ A
 $P_{dim} \text{ regie / fluide} = +120 \text{ kW}$

6) $P_{méca_{compresseur}} = D_m c_p (T_B - T_A) = D_m c_p \left(T_A \left(\frac{P_A}{P_B} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} - T_A \right)$ ou adiabatique réversible.

AN: $P_{méca_{compresseur}} = 8 \cdot 10^{-3} \times 1005 \times \left((20 + 273,15) \times \left(\frac{1 \cdot 10^5}{1,43 \cdot 10^5} \right)^{\frac{1-1,4}{1,4}} - (20 + 273,15) \right)$
 $= 238 \text{ W}$ $\downarrow$ absence de l'humidité
 $\theta_B = 324,5 \text{ K}$

$P_{méca_{turbine}} = D_m c_p (T_D - T_C) = 8 \cdot 10^{-3} \times 1005 (5 - 35) = -241 \text{ W}$
 $\rightarrow$ pas logique que $P_{comp} > |P_{méca_{turbine}}|$

$e = \left| \frac{\text{gain}}{\text{dépense}} \right| = \left| \frac{P_{dim}}{P_{méca_{comp}} - P_{méca_{turbine}}} \right| = \left| \frac{-120}{238 - 241} \right| =$

7) on a négligé les pertes, cas idéal.

TD5 Exercice V feuille 1/2

A.1) Pour un écoulement permanent et stationnaire :

$$e_{cs} - e_{ce} + h_s - h_e + g(z_s - z_e) = q + w_{mea}$$

A.2) ANNEXE

↳ pas là!!!

et énoncé n'a aucun sens sans un schéma et une identification des variables.

A.3) Dans la chaudière : $w_{mea} = 0$

$$z_s \simeq z_e$$

$$e_{cs} \simeq e_{ce}$$

$$\text{D'où } q_c = h_3 - h_2 = 2648 - 111$$

$$= 2537 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} /$$

A.4) Dans la turbine : $q = 0$ car supposé adiabatique

$$e_{c4} \simeq e_{c3}$$

$$z_4 \simeq z_3$$

$$\text{D'où } w_{turbine} = w_t = h_4 - h_3$$

$$= 1542 - 2648$$

$$= -1106 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} /$$

A.5) Si $|w_p|$ n'est pas très petit par rapport à $|w_t|$ le Central à vapeur ne produira pas assez d'énergie pour alimenter la pompe et pour la vente d'électricité
mais surtout $h_2 \simeq h_1$ et $h_2 - h_1 = w_p \rightarrow 0$.

A.6) Nous observons une transformation physique la liquéfaction qui permet de récupérer de l'énergie thermique. /

A2) Par le théorème des moments.

$$x_{v4} = \frac{L M_q}{L V} = \frac{h_4 - h_1}{h_v - h_1} = \frac{h_4 - h_1}{\Delta h_v (cf)}$$

$$= \frac{1542 - 111}{2600 - 111} = \cancel{0,96} \quad 0,61$$

2530 plutôt

↳ ne correspond pas à l'isotile à proximité du point 4.

A8) On sait que $P_k = -u_k D_m$

$\rightarrow$

$$= +1106 \times 1$$

$$= +1106 \text{ kW} \approx 11 \text{ W}$$

puissance reçue par la turbine.

La puissance reçue par la turbine est grande et ~~positive~~.
Ce qui est attendu. rendement = $\left| \frac{g_{aek}}{d_{epose}} \right| = \left| \frac{w_t}{q_c} \right| = \frac{1056}{2537}$
 $\approx 0,41 \rightarrow$ rendement thermique classique pour un moteur thermique.

B1) On sait que : $P_d = -P_m$

P_m : puissance reçue par le fluide de la machine.
 $\rightarrow$ négative

$$\text{D'où } P_d = -D_m (h_4 - h_1)$$

$$= 1 (111 - 1542)$$

$$= 1431 \text{ W}$$

B2) On sait que $P_d = +D_d (h_1 - h_4)$

$$= +D_d c_{eau} (T_d(x=b) - T_d(x=0))$$

$$\text{D'où } D_d = \frac{P_d}{(T_d(x=l) - T_d(x=0)) c_{eau}}$$

$$= 14 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$= 14 \cdot 10^{-7} \text{ } \checkmark$$

transfert thermique reçu par l'eau de chauffage.

$$\begin{aligned} B.3) \quad \eta_{\text{cogen}} &= \frac{1. P_{H1} + P_L}{q_c \times D_m} \\ &= \frac{1106 + 1431}{2537 \times 1} \\ &= 1. \end{aligned}$$

~~l'efficacité de la machine est très basse.~~

Il n'y a aucune perte dans la centrale ✓