Essentiel du chap Th2

Lois de Laplace:

Pour une transformation adiabatique et réversible AB d'un GP, les lois de Laplace s'écrivent: $P_A V_A^\gamma = P_B V_B^\gamma$

Ou encore $T_A V_A^{\gamma-1} = T_B V_B^{\gamma-1}$ ou $P_A^{1-\gamma} T_A^\gamma = P_B^{1-\gamma} T_B^\gamma$

Pour un système diphasé liquide-vapeur:

Les notations:

$P_{sat}(T)$ la pression de vapeur saturante qui dépend de la température

h_l et h_v les enthalpies massiques du liquide saturant et de la vapeur saturante

s_l et s_v les entropies massiques du liquide saturant et de la vapeur saturante

x_v et x_l les titres massiques en vapeur et en liquide tels que $x_v + x_l = 1$

Le liquide saturant est le liquide sur la courbe d'ébullition (tout est liquide avec une bulle de vapeur)

La vapeur saturante est la vapeur sur la courbe de rosée (tout est vapeur avec une goutte de liquide)

Enthalpies massiques de changement d'état:

L'enthalpie massique de vaporisation: $\Delta h_{vap} = l_{vap} = h_v - h_l > 0$ car il faut fournir de l'énergie au système pour le vaporiser

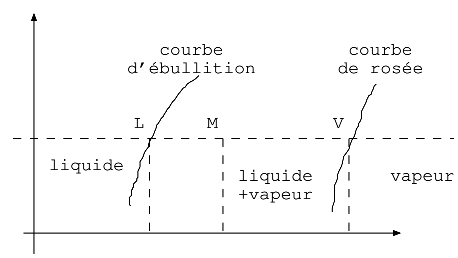
L'enthalpie massique de liquéfaction: $\Delta h_{liq} = l_{liq} = h_l - h_v < 0$ car la liquéfaction fournit de l'énergie au milieu extérieur.

Connaître sa composition en utilisant le théorème des moments:

Titre massique en vapeur: $x_v = \dfrac{LM}{LV}$

Titre massique en liquide: $x_l = \dfrac{MV}{LV}$

Remarque: on vérifie facilement les expressions: pour $M = L$ on trouve bien $x_l = 1$ et $x_v = 0$.



Entropie ou enthalpie d'un mélange liquide-vapeur:

L'enthalpie massique du mélange s'écrit: $h = x_v h_v + x_l h_l$

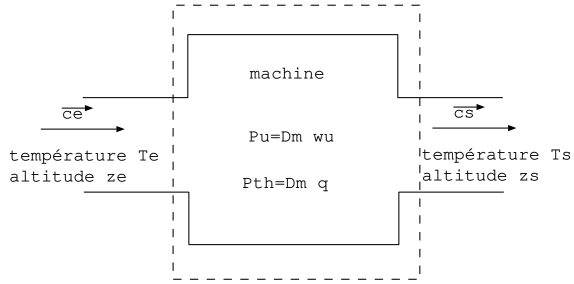
L'entropie massique du mélange s'écrit: $s = x_v s_v + x_l s_l$

Vocabulaire:

Une transformation adiabatique réversible est une isentropique.

Une détente adiabatique dans un détendeur (style détente de Joule Thomson) est isenthalpique.

Premier principe industriel:



En énergie massique:

$\Delta h + \Delta e_m = w_u + q$

avec $\Delta h = h_s - h_e = c_p(T_e - T_e)$ (c_p est la capacité thermique massique à pression constante: pour un GP: $c_p = \dfrac{RM\gamma}{\gamma - 1}$ et pour un liquide $c_p = c$: la capacité thermique massique du liquide)

avec $\Delta e_m = \dfrac{c_s^2 - c_e^2}{2} + g(z_s - z_e)$ (avec Oz vertical ascendant)

avec w_u: le travail utile mis en jeu dans les pièces mobiles (piston ou hélice dans un turbine ou un compresseur)

avec q le transfert thermique

En puissance:

$D_m(\Delta h + \Delta e_m) = P_u + P_{th}$

avec D_m le débit massique en kg/s (masse de fluide qui s'écoule par unité de temps)

avec P_u la puissance utile mise en jeu dans les pièces mobiles (piston ou hélice)

avec P_{th} la puissance thermique

Commentaires:

Concernant les énergies cinétiques et potentielles, on peut trouver plusieurs cas de figure:

- le sujet ne donne aucun indication: cela signifie implicitement qu'il faut négliger les variations d'énergie potentielle et d'énergie cinétique
- le sujet précise qu'il faut négliger les variations d'énergie potentielle et d'énergie cinétique
- le sujet donne les valeurs des vitesses et des hauteurs et on les utilise.

Autres commentaires:

Vous appliquez le version du premier principe en fonction de la question posée: calcul d'une énergie massique: w_u ou q ou d'une puissance: P_u ou P_{th}.

Ensuite on en déduit P_u ou P_{th} par $P_u = D_m w_u$ et $_{th} = D_m q$.

ou en déduit w_u ou q par $w_u = \dfrac{P_u}{D_m}$ et $q = \dfrac{P_{th}}{D_m}$.

Second principe: $\Delta s = s_{sortie} - s_{entree} = s_e + s_c$

avec s_c l'entropie massique créée nulle pour une transformation réversible et positive pour une transformation irréversible

avec $s_e = \dfrac{q}{T_{ext}}$ l'entropie massique échangée

Unité: s en $J.kg^{-1}.K^{-1}$.