Exercice 1 : Démontrer l'inégalité de Clausius pour une machine ditherme.

Exercice 2 : Démontrer qu'une machine monotherme ne peut-être que réceptrice.

Exercice 3 : Un moteur ditherme réversible fonctionne entre une source chaude à la température Tc et une pseudo-source froide de capacité thermique C et initialement à la température T_{of}.

a- Quelle relation peut-on écrire entre Tf et Tc quand le moteur s'arrête ?
b- Ecrire les trois relations nécessaires à la résolution du problème.

Exercice 4 : Définir et calculer l'efficacité thermodynamique du moteur de l'exercice précédent.

Exercice 5 : Démontrer que l'aire du cycle de Carnot décrit par un kilogramme de gaz parfait en diagramme de Clapeyron est la même qu'en diagramme entropique massique.

Exercice 6 : Un kilogramme de liquide saturant à la température T_1 subit une détente adiabatique jusqu'à la température T_2 représenter sur un diagramme (T,s) de manière vraisemblable la transformation:

a- Supposée réversible.
b- Supposée irréversible.

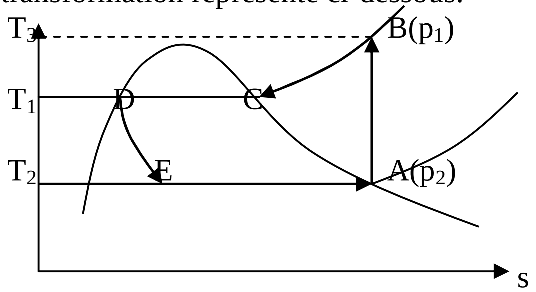
Exercice 7 : Un kilogramme de vapeur saturante à la température T_1 subit une compression adiabatique jusqu'à la température T_2 représenter sur un diagramme (T,s) de manière vraisemblable la transformation:

a- Supposée réversible.
b- Supposée irréversible.

Exercice 8 : Un kilogramme de vapeur saturante sèche à la température T_1 subit une détente isobare jusqu'à la température T_2 à l'état de liquide saturant.

a- Représenter la transformation sur un diagramme (T,s).
b- Déterminer la quantité de chaleur échangée par le système avec l'extérieur.

Exercice 9 : Un kilogramme de vapeur saturante sèche, assimilée à un gaz parfait, à la température T_1 subit un cycle de transformation représenté ci-dessous.



a- Exprimer la quantité de chaleur échangée avec la source chaude.
b- Exprimer la quantité de chaleur échangée avec la source froide (le titre en vapeur en E est x_{VE}).

Exercice 1 : Le second principe pour un fluide qui décrit un cycle s'écrit :
ΔS = Sech + Scrée = 0 avec Sech = $\frac{Qc}{Tc} + \frac{Qf}{Tf}$ et Scrée ≥ 0 donc $\frac{Qc}{Tc} + \frac{Qf}{Tf} \leq 0$ constitue l'inégalité de Clausius, l'égalité si le cycle est réversible.

Exercice 3 : Un moteur ditherme réversible fonctionne entre une source chaude à la température Tc et une pseudo-source froide de capacité thermique C et initialement à la température T_{of}.

La température de la source froide va varier (elle augmente au fur et à mesure des cycles parcourus)

a- Quand le moteur s'arrête la température de la source froide est Tc. Tf = Tc
b- Comme une des sources est une pseudo-source il faut écrire les deux principes sous forme différentielle (les cycles sont supposés suffisamment petits pour que la température de la pseudo-source soit supposée constante sur un cycle). Donc Tof ≤ Tf ≤ Tc
Premier principe : (1) $dU = \delta W + \delta Qc + \delta Qf = 0$
Second principe : (2) $dS = \delta Se + \delta Sc = \frac{\delta Qc}{Tc} + \frac{\delta Qf}{Tf} = 0$ car Sc = 0 (réversible)
Pseudo-source : (3) $\delta Qf = -C.dTf$

Exercice 4 : Définir et calculer l'efficacité thermodynamique du moteur de l'exercice précédent.

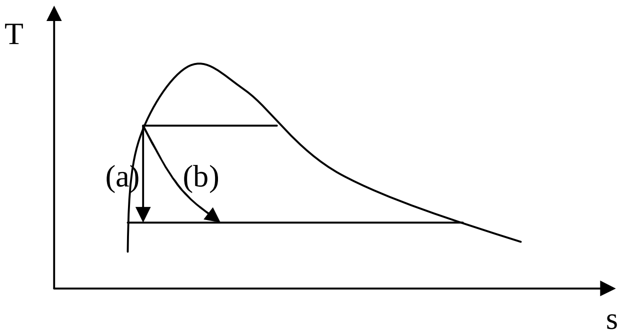
Pour un moteur η = - W/Qc = 1 + Qf/Qc il faut donc calculer Qf et Qc.
La relation (3) s'intègre en Qf = -C.(Tc – Tof) la température finale de la pseudo-source est Tc.
La relation (2) s'intègre en Qc = C.ln(Tc/Tof)
Et donc $\eta = 1 - \frac{Tc-Tof}{Tc.ln\left(\frac{Tc}{Tof}\right)}$ < 1 et ne dépend que de la température des sources (réversible)

Exercice 5 : Démontrer que l'aire du cycle de Carnot décrit par un kilogramme de gaz parfait en diagramme de Clapeyron est la même qu'en diagramme entropique massique.

En diagramme de Clapeyron l'aire du cycle est la valeur absolue du travail échangé et en diagramme entropique l'aire du cycle représente la valeur absolue de l'échange thermique total. Si bien que suivant le premier principe sur un cycle W + Q = 0 donc les deux aires sont égales.

Exercice 6 : Un kilogramme de liquide saturant à la température T_1 subit une détente adiabatique jusqu'à la température T_2 représenter sur un diagramme (T,s) de manière vraisemblable la transformation:

a- Supposée réversible.
b- Supposée irréversible.



La transformation (b) est adiabatique donc Sech(b) = 0 et irréversible donc Scrée(b) > 0 donc $S_{finale} > S_{initiale}$.

Exercice 7 : Un kilogramme de vapeur saturante à la température T_1 subit une compression adiabatique jusqu'à la température T_2 représenter sur un diagramme (T,s) de manière vraisemblable la transformation:

a- Supposée réversible.

b- Supposée irréversible.

Même chose que dans l'exercice précédent, le point représentatif final est aligné avec verticalement avec le point initial pour la transformation (a) et à droite pour (b).

Exercice 8 : Un kilogramme de vapeur saturante sèche à la température T_3 subit une détente isobare jusqu'à la température T_1 à l'état de liquide saturant.

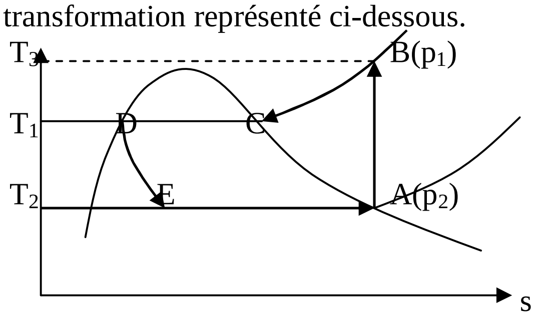
a- Représenter la transformation sur un diagramme (T,s). Voir ci-dessous (BCD)

b- Déterminer la quantité de chaleur échangée par le système avec l'extérieur.

Sur la partie BC la vapeur est sèche assimilable à un gaz parfait qui subit une détente isobare la quantité de chaleur échangée est par définition $q_{BC} = \Delta h_{BC} = c_p.(T_1-T_3) = \frac{R}{M}\frac{\gamma}{\gamma-1}(T1-T3) < 0$.

Sur la partie CD il s'agit de la liquéfaction d'un kilogramme de fluide soit
$q_{CD} = \Delta h_{CD} = l_{Liq}(T1) = -lvap(T1)$

Exercice 9 : Un kilogramme de vapeur saturante sèche, assimilée à un gaz parfait, à la température T_1 subit un cycle de transformation représenté ci-dessous.



a- Exprimer la quantité de chaleur échangée avec la source chaude.
Voir exercice 8

b- Exprimer la quantité de chaleur échangée avec la source froide (le titre en vapeur en E est x_{VE}).
$q_{EA} = \Delta h_{EA} = h_A - h_E = h_V(T_2) - x_{VE}.h_V(T_2)-(1-x_{VE}).h_L(T_2) = (1-x_{VE}).(h_V(T_2)-h_L(T_2))$ *soit encore* $q_{EA} = (1-x_{VE}).l_{vap}(T_2)$