

24 Nov: Pompe à chaleur.

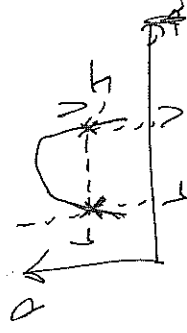
(1)

I Diagramme de Mollier:

1 - Dans le domaine monophasé liquide ou gaz, $dh = c_p dT$ car liquide incompressible ou G.P.
 $c_p > 0 \Rightarrow T$ fonction croissante de h .

2 - Pour T fixe

$$h_g(T) = h_f(T) - h_L(T)$$



3 - Pour une phase liq incompressible $dh = c_p dT \Rightarrow$ les isothermes sur des enthalpies $\Rightarrow$ verticale.

4 - $dh = c_p dT \Rightarrow$ verticale

5 - A T fixe, la pression est constante lors des changements d'état d'un corps pur $\Rightarrow$ les isothermes sont horizontales.

$$dh = T ds + v dp$$

Sur une isotherme, $ds = 0 \Rightarrow$

$$\frac{dp}{dT} = \frac{dh}{dT} = \frac{h}{T} \frac{dh}{dh} = d(h/T)$$

$$\frac{d(h/T)}{dT} = \frac{h}{T^2} > 0$$

la pente des isothermes est positive.

5 - Sur une isotherme:

$$T ds + v dp = 0$$

$$ds = -\frac{v}{T} dp = -\frac{1}{T} \frac{dp}{p}$$

$$d(h/p) = -\frac{v}{p} dp \Rightarrow \text{c'est donc une}$$

fonction croissante de T lorsque h est

$$s = -\frac{1}{T} \ln(p) + K$$

6 - cf. sur cours.

$$h_g - h_f = u + p$$

variation d'énergie cinétique macroscopique et d'énergie potentielle.

II Cycle de la pompe à chaleur:

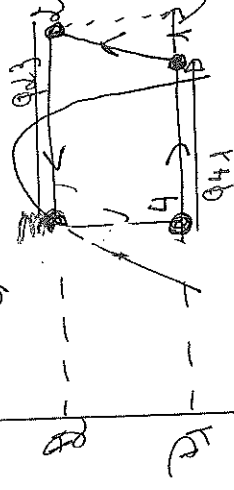
7 - Dans le détendeur

$$w_{41} = 0 \text{ pas de pièces mobiles}$$

$$q_{34} = 0$$

$$D' où \quad h_4 - h_3 = 0 \Rightarrow \text{détente isenthalpique}$$

8 - p (chaleur)



(en fait c'est la pente de la courbe de saturation qui est d'ordre 1 et la courbe de saturation est d'ordre 2)

pR

1- et compression ad. - res donc $w_{12} = w_{21}$ et $q_{12} = q_{21} = 0$ de la vapeur sèche à P et T égaux.

2- et 3 liquéfaction totale à P + des refroidissements éventuels.

4- et 5 évaporation à la pression P1

9- Pour le cycle = $w_{total} = w$ car $w_{23} = w_{34} = w_{41} = 0$
 $q_{total} = q_{23} + q_{41}$ car $q_{12} = 0$ et $q_{34} = 0$

$$w_{total} + q_{total} = 0$$

$$q_{23} + q_{41} + w = 0$$

10 CTE cherche à fournir de l'énergie thermique à l'extérieur, ce qui correspond à $-q_{23}$. Pour cela on doit fournir le travail de compression w

$$e = \frac{-q_{23}}{w} = \frac{w + q_{41}}{w} = 1 + \frac{q_{41}}{w}$$

$$\frac{q_{41}}{w} > 0 \Rightarrow e > 1$$

11- Dans la zone liquide, les isothermes sont verticales $\Rightarrow$ la phase liquide apparaît indilatable et incompressible.

4) Dans la zone gazeuse, les isothermes s'incurvent lorsque la pression augmente $\Rightarrow$ le comportement des gaz n'est pas celui d'un gaz parfait.

1- 1-1 = 3 bars		P = 1 bars		T1 = 50°C		T2 = 0°C	
404		50°C		3 bars		Etat fluide	
1	404	50°C	3 bars	10 bars	45°C	10 bars	Vapeur sèche
2	404	45°C	10 bars	10 bars	40°C	10 bars	liquide saturé
3	256	0°C	1 bars	1 bars	0°C	1 bars	Eq. liq - vapeur

$$e = \frac{-q_{23}}{w} = \frac{h_4 - h_1}{h_2 - h_1}$$

$$Or w = h_1 - h_4 \quad q_{23} = h_3 - h_2$$

$$AN: e = 7,6$$

Pour un cycle de Carnot (cycle réversible)
 $w_{23} + q_{23} = 0$ $T_C = 40°C$
 $\frac{q_C}{T_C} + \frac{q_F}{T_F} = 0$ $T_F = 5°C$

$$e = \frac{-q_C}{w} = \frac{q_C + q_F}{q_C + q_F} = \frac{1}{1 + \frac{q_F}{q_C}}$$

$$\frac{q_F}{q_C} = -\frac{T_C}{T_F} \quad \left[e = \frac{1}{1 - \frac{T_C}{T_F}} \right] = \frac{T_F}{T_F - T_C}$$

$$AN: e = \frac{273 + 40}{15} = 8,9$$

14 - $F_R = 48 \text{ N}$

$D_R = -D_m \times Q_{23}$

$D_m = \frac{D_R}{-Q_{23}} = \frac{D_R}{b_{23} - b_{13}}$

$\frac{4 \text{ N}}{4 \text{ m}} = \frac{4}{36 \text{ s}} = 2,4 \cdot 10^{-2} \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$

