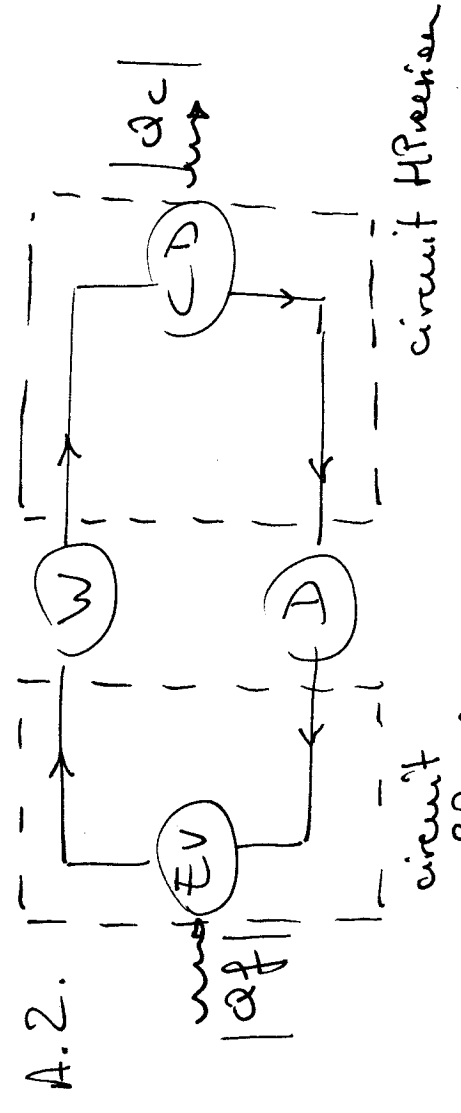
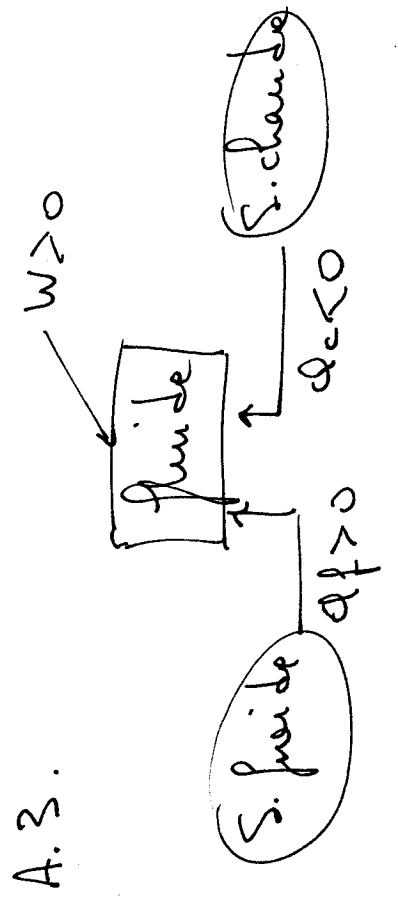


climatiseur - Banque PT 2006

- A.1. Source froide: l'intérieur de la maison
- Source chaude: l'extérieur de la maison



Le fluide donne l'uj $|Q_c|$ à la source chaude
 Le fluide reçoit l'uj $|Q_f|$ depuis la s. froide.



Bout frigo: refroidir S. froide $\Rightarrow Q_f > 0$
clim chauffer S. chaude $\Rightarrow Q_c < 0$

NB: flèches sur ce schéma \equiv sens conventionnel
 Signes des Q dans W, Q_c, Q_f indiquent le sens réel (à partir du sens conventionnel.)

\rightarrow efficacité = $\frac{|uj utile|}{|uj consommée|}$

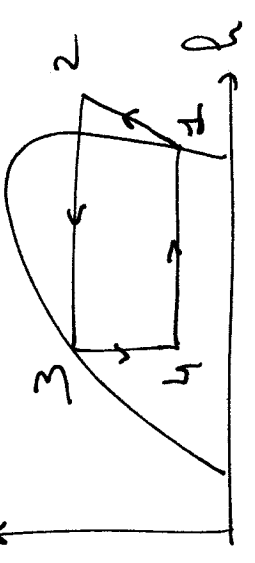
Ici $e = \frac{|Q_f|}{|W|} \Rightarrow \boxed{e = \frac{Q_f}{W}}$

$\rightarrow W \equiv$ travail utile fourni par le compresseur ("pompe" pour un gaz) au fluide. le compresseur absorbe un travail élec W_{elec} s'il consomme en W (travail méca). \rightarrow on branche une clim. sur une prise de courant!

CIC: Pour Q_f donné, plus W est petit, plus W_{elec} est petit: de frigo consomme moins!

C. 8. cf. cours

C. 9.



→ 1: entrée compresseur, cf. énoncé.
 Or compresseur ↑ pression (par déf°!)
 donc état 2 placé sur droite

↳ 3 et 4 en tournant dans le
 m^e sens.

↳ on vérifie bien que 3 → 4
 est une détente (P ↓ par déf°)

C. 10.

1 → 2: énoncé dit "adichis réversible"
 ↳ $Q_{12} = 0$ ↳ $S_C = 0$

2^e ppe: $\Delta S_{12} = S_e + S_c = S_e = \frac{Q_{12}}{T_{ext}} = 0$
 ⇒ isentropique

2 → 3: condenseur: isobare car ne pèse
 pas de charge dans tuyauterie (cf. énoncé)

3 → 4: détente (de Joule-Thomson!)

1^{er} ppe écart stat: $\Delta h = w_u + q$

isenthalpique | pas pièces mobiles = 0
 car calorifuge

4 → 1: isobare, idem 2 → 3

C. 11.
 1 → 2: $\Delta h_{12} = w_{f,12} + q_{12} = 0$ (adichis)

d'où $w_{f,12} = h_2 - h_1$

2 → 3: $\Delta h_{23} = q_{23} + w_{f,23} = 0$ (pas de
 pièces mobiles)
 $q_{23} = h_3 - h_2$

3 → 4: $q_{34} = 0$ et $w_{f,34} = 0$

4 → 1: $q_{41} = h_1 - h_4$

C.12. $e = \frac{q_{41}}{w_{f,2}}$ cf. A.3. avec i "deux machines" ici 2 deux machines

(idem, mais espérée pour 1 kg de fluide frigorigène)

→ Identifieurs S. froide: Remontateu contact avec fluide lors $[k \rightarrow 1]$, car c'est le seul moment du cycle où $q > 0$.

d'où $e = \frac{q_{41}}{w_{f,2}} \rightarrow e = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1}$

C.13. Pour C. Parfait, h ne d'pd que de T (rappel de°: $H = U + PV \rightarrow h = \frac{H}{m}$)

$\frac{dpdT}{m} = \frac{uRT}{m}$

⇒ Isothermes sont verticales pv C. Parfait

→ Approximatif vérifié à basse press° sur diag. Lo pour à haute press°: hyp. "parfait" n'est plus valide.

→ Intérieur courbe saturat°:

corps pur diphasé ⇒ P et T sont liées ⇒ isotherme ⇒ isobare

↳ droite horizontale

N.B.: c'est pourq'au sein le début des isot sont dessinées.

→ Courbe c. saturat°: liquide modélisé comme incompressible et indilatable

(⇒ P et T sont découplés l'un de l'autre donc U et H ne dépendent que de T (cf. cours de sup.), donc $isot \Leftrightarrow isob$)

Isothermes st verticales

| | | | | |
|-------|-----|-----|-----|------|
| C.14 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| P | 2 | 10 | 10 | 2 |
| T | -10 | 45 | 40 | -10 |
| h | 390 | 425 | 255 | 255 |
| x_v | 1 | 1 | 0 | 0.62 |

NB: pt 2 placé à 10 bars, en suivant // à l'isothermie

pt h placé vertical = source pt 3, 1, 4
 $h = C_{vR}$, $P = 2 \text{ bars}$.

$$\rightarrow e = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} = \frac{135}{35} \quad \boxed{e = 3,9}$$

C.15 Cycle de Carnot est celui d'efficacité maximale, obtenue en supposant que les transferts réversibles.

1^{er} pr appliqué à 1 kg fluide sur un cycle.

$$\Delta U = W + Q_c + Q_f$$

$$L_s = 0 \text{ car } f^{\circ} \text{ état} \quad \boxed{W + Q_c + Q_f = 0}$$

2^e pr sur un cycle:

$$\Delta S = S_e + S_c \rightarrow 0 \text{ car réversible}$$

$$\text{car } f^{\circ} \text{ état} \quad \frac{Q_f}{T_f} + \frac{Q_c}{T_c} = 0 \quad \rightarrow \quad \boxed{\frac{Q_f}{T_f} + \frac{Q_c}{T_c} = 0}$$

$$\text{Or } \left[e = \frac{Q_f}{W} = \frac{Q_f}{-(Q_f + Q_c)} = \frac{-1}{1 + \frac{Q_c}{Q_f}} \right]$$

$$\text{Or } \left[\frac{Q_c}{Q_f} = -\frac{T_c}{T_f} \right]$$

$$\text{donc } e = \frac{-1}{1 - \frac{T_c}{T_f}} \quad \boxed{e = \frac{T_f}{T_c - T_f}}$$

$$\text{AN: } e = \frac{(293 - 10)}{40 - (10)} \Rightarrow \boxed{e = 5,3}$$

C.16. $e = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1}$

$$h_1 = 395 \text{ kJ.kg}^{-1}$$

$$h_2 = 435 \text{ kJ.kg}^{-1}$$

$$h_4 = 227 \text{ kJ.kg}^{-1}$$

$$\boxed{e = 4,2}$$

NB: efficacité ~ meilleure que R134a, mais plus polluant.

D.18. cf. doc répare pour 1.
 P' déduit en suivant l'isentrope.

$h_1' = 395 \text{ kJ.kg}^{-1}$ $h_2' = 430 \text{ kJ.kg}^{-1}$ $T_2' = 50^\circ\text{C}$

D.20. Pt 2" ~ condenser avec pt 2 ($T_2 = 45^\circ\text{C}$)
 $T_2'' = 46^\circ\text{C}$

D.21. Le sous-refroidir permet indirect de déplacer l'état 4 vers la gauche, donc d'augmenter q_{41} ($= h_1 - h_4$).

$\text{Puis.} = D_m \times q_{41}$
 frigo \downarrow J.kg⁻¹ $\Delta \text{Puis} = 5\% \text{ Puis}$
 watt \downarrow \Rightarrow $\Delta q_{41} = 5\% q_{41}$

$\frac{\Delta q_{41}}{q_{41}} = \frac{h_4 - h_4'}{h_1 - h_4} = 5\% \Leftrightarrow h_4' = h_4 - 5\% (h_1 - h_4)$
 $h_3' = h_4' = 248 \text{ kJ.kg}^{-1}$

→ Sur diagramme, $T_3' \sim 35^\circ\text{C}$
 ↳ OK avec énoncé

D.22 Intuitivement, il faut que le liquide "reste plus longtemps" dans le condenseur pour avoir le temps de se vaporiser : faut D_m plus faible pour obtenir surchauffe.

D.23. $P'_{\text{frigo}} = D_m \times q_{41} \Rightarrow D_m = \frac{P'_{\text{frigo}}}{h_1 - h_3}$
 AN: $D_m = \frac{310^3}{(395 - 248)10^3} = 219.5'$
 ↳ OK avec énoncé

D.24. $P_{\text{app}} = 2 \text{ bars}$ $P_{\text{ref}} = 10 \text{ bars}$

D.25 $P_{\text{comp}} = D_m \times w_{F12} = D_m (h_2' - h_1')$

AN: $P_{\text{comp}} = 0.7 \text{ kW}$

D.26. $\varepsilon' = \frac{P'_{\text{frigo}}}{P_{\text{comp}}} = \frac{3}{0.7} = 4.3$

D.27 $D_{m} = \frac{\text{Volume balayé par seconde}}{\text{kg s}^{-1}}$
 volume laminaire $\rightarrow m^3 kg^{-1}$

Vol. balayé par seconde = $C \times f_{\text{ca rotat}}$
 $\hookrightarrow N$

d'où $N = \frac{D_m \times v}{C}$

AN: $N = 720 \text{ tours} \cdot \text{min}^{-1}$

E.28 Pour que l'air ressorte à 17°C après contact avec l'évaporateur, il faut que le fluide frigo soit à $t_0 C \ll 17°C$

$T_{\text{max}} = 17°C$

\rightarrow lecture $T = -10°C$ dans l'évaporateur, donc OK.

E.29 L'air passe de 23°C à 17°C, son u_{ij} interne (et son enthalpie) diminue.
 (La transfé était isobare, on exprime le 1^{er} ppe avec H)

on utilise aussi pour l'air le 1^{er} ppe en écoule stationnaire:

$\Delta h = q$ (perte de travail utile lors contact avec évaporateur)

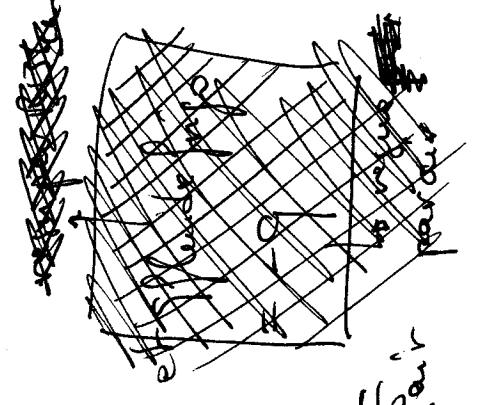
Or $\Delta h = c_p \Delta T$

avec $c_p - c_v = \frac{R}{M} = \frac{R}{M} \left(\frac{\text{rel}^{\circ} \text{ Mayer}}{\text{G par fait}} \right)$

et $\frac{c_p}{c_v} = \gamma$

d'où $c_p \left(1 - \frac{1}{\gamma}\right) = \frac{R}{M} \rightarrow c_p = \frac{\gamma R}{\gamma - 1 M}$

d'où $q = \frac{\gamma R \Delta T}{\gamma - 1 M}$



$\rightarrow P_{\text{frigo}} = D_{\text{air}} q$
 air perd, R13ha gagne
 $\Rightarrow D_{\text{air}} = - \frac{P_{\text{frigo}}}{q} = D_{\text{air}}^{\text{Pair}}$

AN: $D_{\text{air}} = 1380 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

DOCUMENT REPONSE

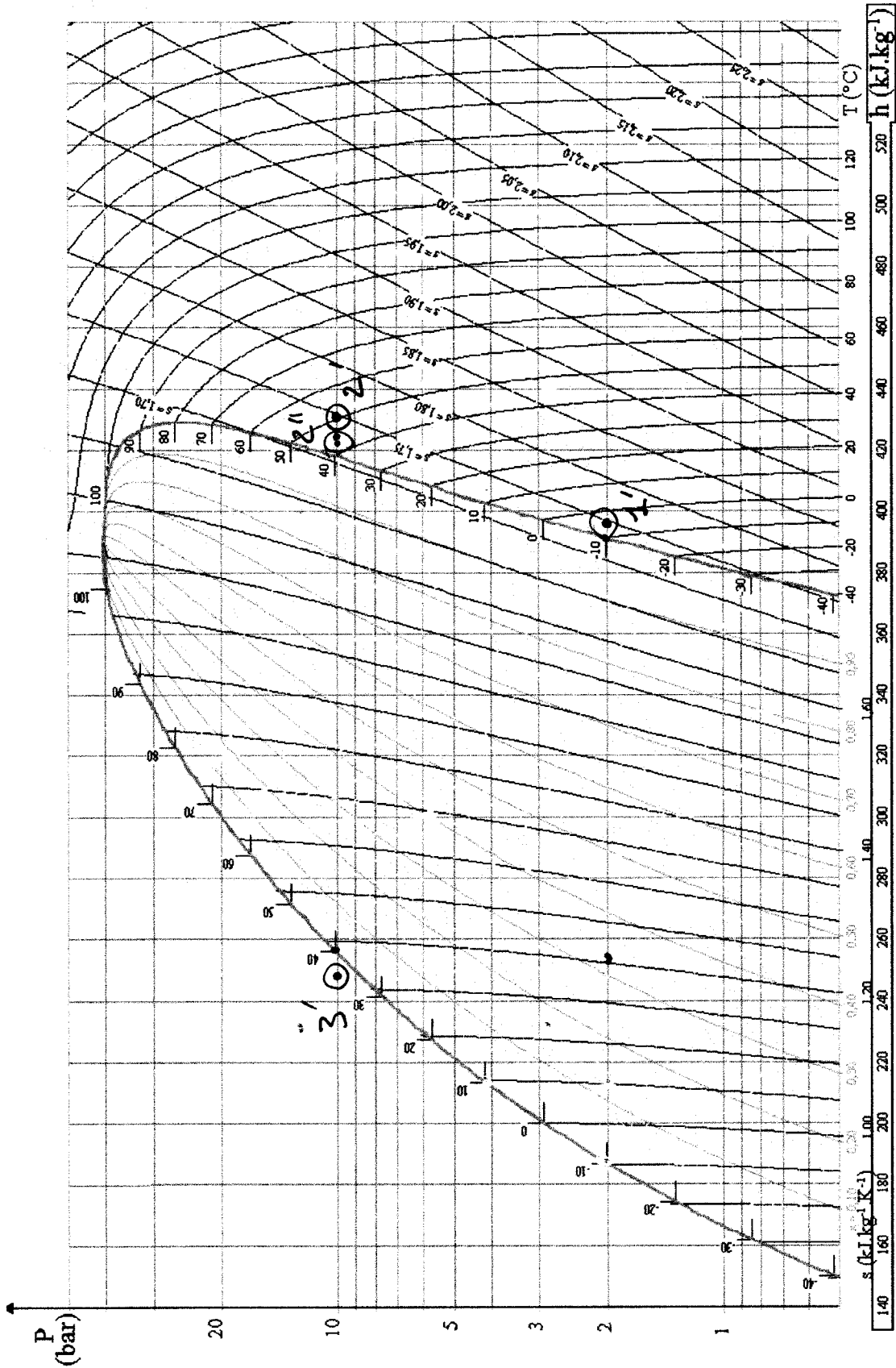


FIGURE 3 : DIAGRAMME ENTHALPIQUE DU FLUIDE R134A

A rendre avec la copie de thermodynamique