

Exercice 2

1. Le réfrigérateur dome

$$W > 0$$

car c'est

$Q_f > 0$ car elle refroidit la source froide et

$Q_c = -(Q_f + W) < 0$ (par le premier principe de la Thermodynamique appliqué sur un cycle) donc elle fournit du transfert thermique à la source chaude.

2. $e_f = \frac{Q_f}{W}$ car l'énergie utile e

mée e

$$W > 0 \text{ et } Q_f > 0$$

$e_f \leq e_f^{max} = \frac{T_f}{T_c - T_f}$ d'après

sur un cycle $W = -(Q_c + Q_f)$ et l'inégalité de Clausius-Carnot $\frac{Q_c}{T_c} + \frac{Q_f}{T_f} \leq 0$ (par le deuxième principe de la Thermodynamique appliqué sur un cycle).

3. (voir Figure 1 de l'Annexe)

2 → 3 : Liquéfaction = Changement d'état vapeur → liquide

or le passage d'un état moins ordonné vers un état plus ordonné libère de l'énergie

4 → 1 : Vaporisation = Changement d'état liquide → vapeur

or le passage d'un état plus ordonné vers un état moins ordonné nécessite apport d'énergie

4. (voir Figure 2a de l'Annexe)

5. (voir Tableau 3 de l'Annexe)

6. (voir Figure 2b de l'Annexe)

1 → 2s : Transformation adiabatique réversible donc isentro

2s → 3 : Changement d'état donc à température constante

3 → 4 : Transformation isenthal

4 → 1 : Changement d'état donc à température constante

8. Dans le modèle du gaz parfait, la transformation isotherme e d'après

donc dans un diagramme (P,h), la transformation corre

dans un digramme (T,s) à une horizontale

or ce n'est

1 → 2s sur le

donc la vapeur sèche de R134a ne peut pas être assimilée à un gaz parfait

entre le

1 et 2s.

9. (voir Figure 2a de l'Annexe)

$$\eta = \frac{h_{2s} - h_1}{h_2 - h_1} \Leftrightarrow h_2 - h_1 = \frac{h_{2s} - h_1}{\eta} \approx 33 \text{ kJ.kg}^{-1}.$$

10. (voir Tableau 3 de l'Annexe)

11. (voir Figure 2b de l'Annexe)

12. D'après

$$\Delta_{1 \rightarrow 2s} s = s_e + s_c = 0 \text{ donc } s_{2s} = s_1 \text{ et } \Delta_{1 \rightarrow 2s} = s_c > 0 \text{ donc } s_2 > s_1$$

car la transformation $1 \rightarrow 2s$ est

mais $1 \rightarrow 2$ est

donc $s_2 > s_{2s}$.

14. La variation d'enthalpie

réelle par l'enthalpie

$$\text{R134a à } 0^\circ\text{C} : \Delta h \leq l_{vap}(0^\circ\text{C})$$

$$= h_v(0^\circ\text{C}) - h_l(0^\circ\text{C}) \approx 200 \text{ kJ.kg}^{-1} \text{ (par lecture graphique sur la Figure 2a)}$$

or la variation de l'énergie potentielle massique du fluide dans un réfrigérateur dome

$$\Delta e_p = gh$$

avec $h \approx 1 - 2$ m la hauteur d'un réfrigérateur dome

g l'intensité de l'accélération de pesanteur

célération de pesanteur

$$g \approx 10 \text{ m.s}^{-2}$$

donc $\Delta e_p \ll \Delta h$

15. Le fluide reçoit du travail dit travail utile dans le compresseur.

$$19. e_f = \frac{q_{41}}{\omega_{12}^*}$$

Par le premier principe industriel :

$$\Delta_{1 \rightarrow 2} h = \omega_{12}^* + q_{12} = \omega_{12}^* \text{ car la compresseur}$$

$$\Delta_{4 \rightarrow 1} h = \omega_{41}^* + q_{41} = q_{41} \text{ car le compresseur}$$

contient une pièce mobile

$$\text{donc } e_f = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1}$$

$$20. e_f \approx 5,0$$

soit 500% ce qui est

réelle

$$e_f \leq e_f^{\text{Carnot}} = \frac{t_{\min}}{t_{\max} - t_{\min}} \approx 6,8$$

28. L'unité usuelle de la puissance est

W et l'unité SI de la température

est K donc l'unité usuelle de λ est $\frac{W.K^{-1}}{m}$ et l'unité SI de λ est $\frac{kg.m^2.s^{-3}.K^{-1}}{m}$.

30. On ré

constant en utilisant la condition initiale : $T(t) = (T_f - T_c)e^{-\frac{\lambda}{C}t} + T_c$

31. Par lecture graphique : $T_f = T(t=0) = 277 \text{ K}$ et $T_c = T(t \rightarrow \infty) = 293 \text{ K}$
Ce

rateur dome 4°C) et la température dans une cuisine (20°C).

32. La pente de la droite est $-\lambda/C$ donc $\lambda \approx 3.10^4 \text{ J.h}^{-1}.\text{K}^{-1} \approx 8\text{W.K}^{-1}$.

33. L'efficacité de ce réfrigérateur réelle $e'_f = K \frac{T_f}{T_c - T_f} = 4,3 \leq e_f \approx 5,0$ est
proche de l'efficacité du réfrigérateur étudié précédemment.

34. La puissance de $P_{th} = \lambda(T_c - T_f) = 1,3.10^2 \text{ W}$.

35. La puissance néce

$$P_c = \frac{P_{th}}{e_f} = 30 \text{ W}.$$

37. On intègre par sé

avec $B=0$: $t_f = \frac{T_c \ln(T_c/T_f) + T_f - T_c}{A}$.

38. Par lecture graphique, la durée néce
rateur atteint la température T_f en cas de fuite $t'_f \approx 15\text{h} > 5\text{h} = t_f$.

41. L'ammoniac R717 a l'efficacité la plus faible (donc il faut consommer plus
d'énergie pour la même énergie utile), la température maximale au cours du cycle
la plus élevée et la pro
être dangereux) même si sa production frigorigène volumique est

42. Le R134a est $R600a$ mais il contribue beaucoup plus
à l'effet de serre et donc au dérèglement climatique !