3.4 Machines thermiques-Exercice 3

Un moteur ditherme fonctionne avec comme source froide un thermostat à 0°C et comme source chaude une tonne de vapeur d'eau.
Données : - capacité thermique massique de l'eau liquide c = 4,18 $kJ.K^{-1}.kg^{-1}$
- enthalpie massique de vaporisation de l'eau L = 2,26 $kJ.kg^{-1}$

a-Représenter ce moteur. Montrer qu'il fonctionne en deux temps.

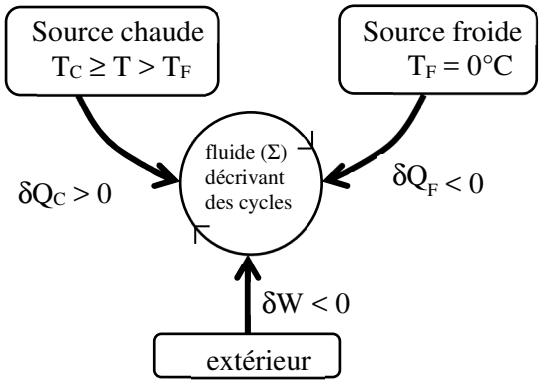
b-Calculer le travail fourni par ce moteur.

c-Calculer le rendement et le comparer au rendement de Carnot. Commenter.

---

a-Phase 1 : La chaleur Q_C est fournie au fluide par la liquéfaction de la tonne d'eau. La température de la source chaude est constante égale à $T_C = 373$ K.

Phase 2 : La chaleur Q_C est fournie au fluide par refroidissement de la tonne d'eau liquide de $T = T_C$ à $T = T_F$.



b-On suppose le fonctionnement réversible. Le rendement du moteur est : $r = 1 - \frac{T_F}{T}$

Phase 1 : $r = 1 - \frac{T_F}{T_C} = -\frac{W_1}{Q_{C1}}$ avec $Q_{C1} = mL > 0$ d'où : $\boxed{W_1 = -mL(1 - \frac{T_F}{T_C})}$

A.N : $W_1 = -6{,}06.10^5$ J

Phase 2 : on considère un cycle élémentaire où la température T de la source chaude varie de $dT < 0$

$r = 1 - \frac{T_F}{T} = -\frac{\delta W_2}{\delta Q_{C2}}$ avec $\delta Q_{C2} = -mcdT > 0$

d'où : $\delta W_2 = (1 - \frac{T_F}{T})mcdT = mc(dT - T_F \frac{dT}{T})$

donc : $\boxed{W_2 = mc(T_F - T_C - T_F Ln \frac{T_F}{T_C})}$

A.N : $W_2 = -6{,}18.10^7$ J

Au total : $W = W_1 + W_2 = \underline{-6{,}24.10^7 \text{ J}}$

c- $r = \frac{-(W_1 + W_2)}{Q_{C1} + Q_{C2}}$ avec $Q_{C1} = mL$ et $Q_{C2} = mc(T_C - T_F)$

donc : $r = \frac{L(1 - \frac{T_F}{T_C}) - c(T_F - T_C - T_F Ln \frac{T_F}{T_C})}{L + c(T_C - T_F)}$ A.N : $\underline{r = 0{,}15}$

Pour un cycle de Carnot entre T_C et T_F : $r_C = 1 - \frac{T_F}{T_C}$ A.N : $\underline{r_C = 0{,}27}$

La phase 2 de refroidissement fait perdre de l'efficacité au moteur.