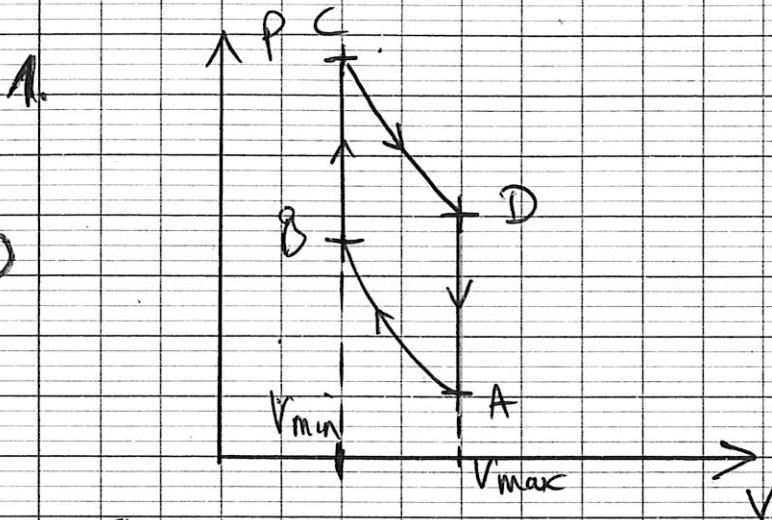


Problème Étude d'un moteur à essence

25pts

(6)



1 1 Sens horaire $\rightarrow$ Cycle Moteur.

1 2 On a : $V_{\max} - V_{\min} = 900 \text{ cm}^3$
D'où :

(3)
$$\underline{V_{\min}} = V_{\max} - 900 \text{ cm}^3$$

$$= 1000 - 900 = \underline{100 \text{ cm}^3}$$

1
$$\underline{\alpha} = \frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \frac{1000}{100} = \underline{10}$$

3 On a une compression adiabatique réversible entre A et B.

1
$$P_B V_B^\gamma = P_A V_A^\gamma$$

$$\underline{P_B} = P_A \left(\frac{V_A}{V_B} \right)^\gamma = \underline{P_A \alpha^\gamma}$$

(4) 1
$$T_B V_B^{\gamma-1} = T_A V_A^{\gamma-1}$$

$$\underline{T_B} = \underline{T_A \alpha^{\gamma-1}}$$

1 A.N.
$$P_B = 10 \times 10^{14} = \underline{25 \text{ bar}}$$

1
$$T_B = 300 \times 10^{0.4} = \underline{750 \text{ K}}$$

(justif) 1

$$4. \Delta U_{BC} = n \cdot C_{vm}(T_C - T_B)$$

1er principe:

$$\Delta U_{BC} = W_{BC} + Q_{BC}$$

Or: $W_{BC} = 0$ car transformation isochore.

D'où:

$$Q_{BC} = n \cdot C_{vm}(T_C - T_B) = Q_1$$

(4) 1

1

1

$Q_{BC} > 0$ car $T_C > T_B$
le système reçoit de la chaleur

$$(1) 5. Q_{DA} = n \cdot C_{vm}(T_A - T_D) = Q_2$$

1

(2) 1

$$6. \Delta U_{cycle} = W + Q_1 + Q_2 = 0$$

Car U est une fonction d'état

$$D'où: W = -Q_1 - Q_2$$

1

$$7. \eta_{théo} = -\frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 + Q_2}{Q_1} = 1 + \frac{Q_2}{Q_1}$$

(2)

D'où:

$$\eta_{théo} = 1 + \frac{n \cdot C_{vm}(T_A - T_D)}{n \cdot C_{vm}(T_C - T_B)}$$

1

$$\eta_{théo} = 1 + \frac{T_A - T_D}{T_C - T_B}$$

Ans: (4)

$$8. On a: T_B = T_A \alpha^{\gamma-1}$$

$$De même: T_C = T_D \alpha^{\gamma-1}$$

D'où:

$$\eta_{théo} = 1 + \frac{T_A - T_D}{T_C - T_B} = 1 + \frac{T_A - T_D}{T_D \alpha^{\gamma-1} - T_A \alpha^{\gamma-1}}$$
$$= 1 + \frac{(T_A - T_D)}{(T_D - T_A) \alpha^{\gamma-1}} = \frac{1}{1 - \alpha^{1-\gamma}}$$

$$\eta = 1 - 10^{-0.4}$$
$$= 1 - \frac{10}{10.94}$$
$$= 1 - \frac{1}{2.5}$$
$$= 0.60 = 60\%$$

Problème 1 : Recherche de l'état final d'un système :

Hypothèse sur l'état final : La glace va fondre et à l'état saturé à 100°C , composé de deux phases en coexistence : eau liquide plus vapeur d'eau

* Énergie nécessaire pour amener le système à 100°C :

→ Pour fondre la glace :

$$Q_{\text{fus}} = m_1 \cdot L_f \\ = 0,12 \times 334,8$$

$$Q_{\text{fus}} = 40,18 \text{ kJ} \quad /$$

→ Pour chauffer l'eau de fonte jusqu'à 100°C

$$Q_{\text{cf}} = m_1 \cdot C_f \cdot (100 - \theta_1) \\ = 0,12 \times 4,185 \times (100 - 0) \\ = 50,22 \text{ kJ} \quad /$$

→ Pour chauffer l'eau liquide et le calorimètre :

$$Q_{\text{eau}} = (m_2 + \mu) \cdot C_l \cdot (100 - \theta_2) \\ = (0,26 + (20 \times 10^{-3})) \times 4,185 \times (100 - 20) \\ = 93,74 \text{ kJ} \quad /$$

Donc :

$$Q_T = Q_{\text{fus}} + Q_{\text{cf}} + Q_{\text{eau}} \\ = 40,18 + 50,22 + 93,74$$

$$Q_{\text{Tot}} = 184,14 \text{ kJ}$$

* Énergie fournie par la condensation complète de la vapeur :

$$Q_v = m_3 \cdot L_v = 0,1 \times 2260 = 226 \text{ kJ} \quad /$$

Puisque $Q_v > Q_{\text{Tot}}$

donc la vapeur ne va pas se condenser complètement.

* Calculons la masse de la vapeur condensée :

$$Q_{\text{Tot}} = m_v \cdot L_v$$

$$\text{donc : } m_v = \frac{Q_{\text{Tot}}}{L_v} = \frac{184,14}{2260} \approx 0,08148 \text{ kg} \\ m_v \approx 81,5 \text{ g} \quad /$$

donc la vapeur restante :

$$m_{v,f} = m_3 - m_{i,v} = 0,10 - 0,08148$$

$$m_{v,f} = 0,01852 \text{ kg}$$

* Conclusion :

→ La température finale est de : $T_f = 100^\circ\text{C}$

→ Il nous reste un mélange d'eau liquide et de vapeur :

$$m_{v,f} = 0,01852 \text{ kg} \approx 18,52 \text{ g}$$

et la masse d'eau liquide :

$$m_{l,f} = m_1 + m_2 + m_v$$

$$= 0,12 + 0,26 + 0,08148$$

$$m_{l,f} = 0,4615 \text{ kg} = 461,5 \text{ g}$$

À l'état final à 1 atm, le système est à 100°C , la glace a entièrement fondu, une partie de la vapeur se condense et le reste est de l'eau liquide.

Excellent!

On sait que: $\frac{T_B}{T_A} = 2^{\gamma-1} \Rightarrow T_B = T_A 2^{\gamma-1}$

Donc $\frac{T_C}{T_D} = 2^{\gamma-1} \Rightarrow T_D = \frac{T_C}{2^{\gamma-1}}$

$\eta = 1 + \frac{Q_2}{Q_1} \Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_A - T_D}{T_C - T_B}$ ✓

$\Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_A - \frac{T_C}{2^{\gamma-1}}}{T_C - T_A 2^{\gamma-1}}$

$\Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{\frac{1}{2^{\gamma-1}} \times (T_A 2^{\gamma-1} - T_C)}{-(T_A 2^{\gamma-1} - T_C)}$

$\Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = -\frac{1}{2^{\gamma-1}}$

$\Rightarrow \eta = 1 - \frac{1}{2^{\gamma-1}}$ ✓

Probleme 1

Hypothese sur l'etat final?

Je pose l'hypothese suivante; a l'etat final, tout le systeme est sous forme d'eau liquide a une temperature $T_f \leq 100^\circ\text{C}$ et $P = 1 \text{ atm}$.

On doit:

- Fondre la glace ✓
- Echauffer la glace fondue de 0 a T_f ✓
- Echauffer l'eau initiale de 20 a T_f ✓
- Echauffer le calorimetre de 20 a T_f ✓

$$Q_{\text{condensation}} = m_3 L_v = 0,40 \times 2260 = 226 \text{ kJ}$$

Refroidissement du condensat de 100 à T_f

$$Q_{\text{ref, cond}} = m_3 c_l (100 - T_f) = 0,40 \cdot 4,185 \cdot (100 - T_f) \\ = (41,85 - 0,4185 T_f) \text{ kJ}$$

Total absorbé

$$Q_{\text{lib}}(T_f) = Q_{\text{cond}} + Q_{\text{ref, cond}} \\ = 226 + (41,85 - 0,4185 T_f) \\ = 267,85 - 0,4185 T_f \quad \checkmark$$

Fusion de la glace:

$$Q_f = m_1 L_f = 0,12 \times 334,8 = 40,176 \text{ kJ}$$

Rechauffement de la glace fondue

$$Q_{1 \rightarrow T_f} = m_1 c_l T_f = 0,12 \times 4,185 \times T_f = 0,5022 T_f \text{ kJ}$$

Rechauffement de l'eau initial

$$Q_{2 \rightarrow T_f} = m_2 c_l (T_f - 20) = 0,26 \times 4,185 (T_f - 20)$$

$$= (1,0881 T_f - 21,762) \text{ kJ}$$

Rechauffement du calorimètre

$$Q_{\text{cal} \rightarrow T_f} = M c_l (T_f - 20) = 0,03 \times 4,185 (T_f - 20) \\ = 0,0837 T_f - 1,674 \text{ kJ} \quad \checkmark$$

Total absorbé

$$Q_{\text{abs}}(T_f) = Q_f + Q_{1 \rightarrow T_f} + Q_{2 \rightarrow T_f} + Q_{\text{cal} \rightarrow T_f} \\ = 40,176 + (0,5022 + 1,0881 + 0,0837) T_f - (21,762 + 1,674) \\ Q_{\text{abs}}(T_f) = 40,176 + 1,674 T_f - 23,436 = \\ = 16,74 + 1,674 T_f \quad \checkmark$$

Condition adiabatique

$$Q_{\text{lib}}(T_f) = Q_{\text{abs}}(T_f)$$

SENE
SERigne
Salou

Suite DM3

Probleme 1

condition adiabatique

$$Q_{\text{sub}}(T_f) = Q_{\text{abs}}(T_f)$$

$$967,85 - 0,4185 T_f = 16,74 + 4,674 T_f$$

$$951,11 = 5,0925 T_f$$

$$\Rightarrow T_f = 186,74^\circ\text{C}$$

Conclusion

$$T_f > 100^\circ\text{C}$$

donc l'hypothèse est invalide

Excellent!

Exercice 7 : Recherche de l'état final d'un système

3 possibilités pour l'état final :

- Système diphasé liquide-vapeur à $T_f = T_3 = 373 \text{ K}$
- Système monophasé liquide à $273 \text{ K} = T_1 \leq T_f \leq T_3 = 373 \text{ K}$
- Système diphasé solide-liquide à $T_f = T_1 = 273 \text{ K}$

Hypothèse ① : Comme L_v grand, on suppose l'état final diphasé liquide-vapeur à $T_f = 373 \text{ K}$.
Soit m_v la masse de vapeur qui se condense.

(Transformation isobare)

$$\Delta H = \mu c_{\text{eau}}(T_f - T_2) + m_1 L_f + m_1 c_l (T_f - T_1) + m_2 c_l (T_f - T_2) - m_v L_v = 0$$

$$m_v = \frac{(m_2 + \mu) c_l (T_f - T_2) + m_1 c_l (T_f - T_1) + m_1 L_f}{L_v}$$

$$m_v = \frac{(260 + 20) \times 4.185 \times (100 - 20) + 120 \times 4.185 \times 100 + 120 \times 334.8 \cdot 10^3}{2260 \cdot 10^3}$$

$$m_v = 81 \text{ g} < m_3 = 100 \text{ g}$$

$\Rightarrow$ Hypothèse formulée valable

Etat final :

$$T_f = T_3 = 373 \text{ K}$$

$$m_f = m_1 + m_2 + m_v = 120 + 260 + 81 = 461 \text{ g}$$

$$m_{\text{vapeur restante}} = m_3 - m_v = 19 \text{ g}$$

$\Rightarrow$ Résolution aux tâches en vapeur x f page ④

Exercice 7 (suite)

Autre hypothèse (2): l'état final a l'état liquide,
Température T_f .

(Transformation
monophasique)

$$\Delta H = (m_2 + \mu) c_l (T_f - T_2) + m_1 L_f + m_1 c_l (T_f - T_1) - m_3 L_v + m_3 c_l (T_f - T_3) = 0$$

$$T_f (m_1 + m_2 + m_3 + \mu) c_l = ((m_2 + \mu) T_2 + m_1 T_1 + m_3 T_3) c_l - m_1 L_f + m_3 L_v$$

$$T_f = \frac{((m_2 + \mu) T_2 + m_1 T_1 + m_3 T_3) c_l - m_1 L_f + m_3 L_v}{(m_1 + m_2 + m_3 + \mu) c_l}$$

$$T_f = \frac{((260 + 20) \times 293 + 120 \times 273 + 100 \times 373) \times 4185 - 120 \times 334,8 \cdot 10^3 + 100 \times 2260 \cdot 10^3}{(120 + 260 + 100 + 20) \times 4185}$$

On obtient $T_f = 393 \text{ K} > T_3 = 373 \text{ K}$.

Impossible : $T_f > T_v$!

Cela confirme que toute la vapeur n'a pas pu se liquéfier $\Rightarrow$ état final = mélange liquide-vapeur.

Hypothèse ① : Résolution avec le titre en vapeur x

$$EI: x_i = \frac{m_3}{m_1 + m_2 + m_3} = \frac{0,1}{0,12 + 0,26 + 0,1} = 0,21.$$

EF : x_f inconnue.

$$\Delta H = \mu c_{eau} (T_f - T_2) + m_1 L_f + m_1 c_e (T_f - T_1) + m_2 c_e (T_f - T_2) - (m_1 + m_2 + m_3) (x_i - x_f) L_v = 0$$

$$x_f = \frac{-(m_2 + \mu) c_e (T_f - T_2) + m_1 c_e (T_f - T_1) + m_1 L_f}{(m_1 + m_2 + m_3) L_v} + x_i$$

$$x_f = -0,17 + 0,21 = \underline{\underline{0,04}}$$

⇒ Titre de vapeur finale :

$$m_{v_f} = x_f (m_1 + m_2 + m_3) = \underline{\underline{19 \text{ g}}}$$

⇒ Masse de vapeur qui s'est condensée :

$$m_v = 100 - 19 = \underline{\underline{81 \text{ g}}}$$