

Corrigé DM23

Exercice : Rendement d'un moteur thermique théorique

1. $n = \frac{P_0 V_A}{RT_0} = 13,2 \times 10^{-3} \text{ mol}.$

2. Les transformations $0 \rightarrow 1$ et $2 \rightarrow 3$ sont **isochores** car le volume du système reste constant.

3. Les transformations $1 \rightarrow 2$ et $3 \rightarrow 0$ sont **isobares** car elles sont quasi-statiques et le système est en équilibre mécanique avec l'extérieur, de pression constante : $P_{\text{ext}} = P_0 + mg/S$ pour la transformation $1 \rightarrow 2$ et $P_{\text{ext}} = P_0$ pour la transformation $3 \rightarrow 0$.

4. L'équilibre mécanique du piston dans les états 1 à 3 impose que $P_1 = P_2 = P_0 + \frac{mg}{S} = 1,1 \text{ bar}$ et $P_3 = P_0 = 1 \text{ bar}.$

La transformation $0 \rightarrow 1$ est isochore, donc $\frac{P_0}{T_0} = \frac{P_1}{T_1} \Rightarrow T_1 = \frac{P_1}{P_0} T_0 = 330 \text{ K}.$

La transformation $1 \rightarrow 2$ est isobare, donc $\frac{V_A}{T_1} = \frac{V_B}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{V_B}{V_A} T_1 = 1000 \text{ K}.$

La transformation $2 \rightarrow 3$ est isochore, donc $\frac{P_2}{T_2} = \frac{P_3}{T_3} \Rightarrow T_3 = \frac{P_3}{P_2} T_2 = 909 \text{ K}.$

5. Sur un diagramme de Clapeyron, l'allure du cycle est la suivante. Le diagramme est parcouru dans le sens horaire, il est bien moteur.

6. $0 \rightarrow 1$ est isochore : $Q_{01} = \Delta U_{01} = \frac{nR}{\gamma-1} (T_1 - T_0) = 8,25 \text{ J}.$

7. $1 \rightarrow 2$ est isobare : $Q_{12} = \Delta H_{12} = \frac{\gamma nR}{\gamma-1} (T_2 - T_1) = 258 \text{ J}.$

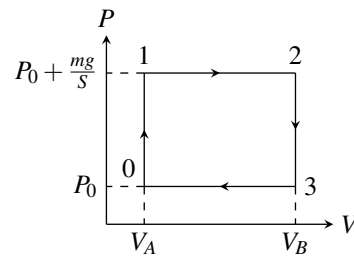
8. Le travail reçu sur un cycle est égal en valeur absolue à l'aire à l'intérieur du cycle. Ici, $W_{\text{cycle}} < 0$ car le cycle est moteur. Puisque le cycle est rectangulaire, on peut exprimer simplement :

$$W_{\text{cycle}} = -\frac{mg}{S} \times (V_B - V_A) = -6,7 \text{ J}$$

9. Le rendement vaut $\eta = -\frac{W_{\text{cycle}}}{Q_{01} + Q_{12}} = 0,025.$

Le rendement est bien plus faible que celui d'un moteur à explosion. Il ne s'agit là que d'un cycle théorique simple à étudier mathématiquement mais sans grande utilité pratique.

Remarque : $W_{\text{cycle}} = -mg \times \frac{V_B - V_A}{S} = -mg(z_B - z_A)$ où z_B et z_A sont l'altitude de la masse m dans les états 1 et 2. Le travail fourni par ce moteur sert uniquement à soulever la masse m des cales du bas jusqu'aux cales du haut. À priori, il y a sans doute plus simple et plus efficace énergétiquement que cette méthode...



Corrigé DM23

Exercice : Rendement d'un moteur thermique théorique

1. $n = \frac{P_0 V_A}{RT_0} = 13,2 \times 10^{-3} \text{ mol}.$

2. Les transformations $0 \rightarrow 1$ et $2 \rightarrow 3$ sont **isochores** car le volume du système reste constant.

3. Les transformations $1 \rightarrow 2$ et $3 \rightarrow 0$ sont **isobares** car elles sont quasi-statiques et le système est en équilibre mécanique avec l'extérieur, de pression constante : $P_{\text{ext}} = P_0 + mg/S$ pour la transformation $1 \rightarrow 2$ et $P_{\text{ext}} = P_0$ pour la transformation $3 \rightarrow 0$.

4. L'équilibre mécanique du piston dans les états 1 à 3 impose que $P_1 = P_2 = P_0 + \frac{mg}{S} = 1,1 \text{ bar}$ et $P_3 = P_0 = 1 \text{ bar}.$

La transformation $0 \rightarrow 1$ est isochore, donc $\frac{P_0}{T_0} = \frac{P_1}{T_1} \Rightarrow T_1 = \frac{P_1}{P_0} T_0 = 330 \text{ K}.$

La transformation $1 \rightarrow 2$ est isobare, donc $\frac{V_A}{T_1} = \frac{V_B}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{V_B}{V_A} T_1 = 1000 \text{ K}.$

La transformation $2 \rightarrow 3$ est isochore, donc $\frac{P_2}{T_2} = \frac{P_3}{T_3} \Rightarrow T_3 = \frac{P_3}{P_2} T_2 = 909 \text{ K}.$

5. Sur un diagramme de Clapeyron, l'allure du cycle est la suivante. Le diagramme est parcouru dans le sens horaire, il est bien moteur.

6. $0 \rightarrow 1$ est isochore : $Q_{01} = \Delta U_{01} = \frac{nR}{\gamma-1} (T_1 - T_0) = 8,25 \text{ J}.$

7. $1 \rightarrow 2$ est isobare : $Q_{12} = \Delta H_{12} = \frac{\gamma nR}{\gamma-1} (T_2 - T_1) = 258 \text{ J}.$

8. Le travail reçu sur un cycle est égal en valeur absolue à l'aire à l'intérieur du cycle. Ici, $W_{\text{cycle}} < 0$ car le cycle est moteur. Puisque le cycle est rectangulaire, on peut exprimer simplement :

$$W_{\text{cycle}} = -\frac{mg}{S} \times (V_B - V_A) = -6,7 \text{ J}$$

9. Le rendement vaut $\eta = -\frac{W_{\text{cycle}}}{Q_{01} + Q_{12}} = 0,025.$

Le rendement est bien plus faible que celui d'un moteur à explosion. Il ne s'agit là que d'un cycle théorique simple à étudier mathématiquement mais sans grande utilité pratique.

Remarque : $W_{\text{cycle}} = -mg \times \frac{V_B - V_A}{S} = -mg(z_B - z_A)$ où z_B et z_A sont l'altitude de la masse m dans les états 1 et 2. Le trava

