



Exercice 01.

$$\begin{aligned} T_4 = T_3 &= 25^\circ\text{C} = 298 \text{ K} \\ T_1 = T_2 &= 290^\circ\text{C} = 563 \text{ K} \\ P_1 = P_4 &= 2000 \text{ kPa} \\ P_2 = P_3 &= 100 \text{ kPa} \\ \dot{m} &= 5 \text{ kg/s} \end{aligned}$$

1. Le rendement thermique du cycle.

$$\eta_{th} = 1 - \frac{T_f}{T_c} = 1 - \frac{298}{563} = 0,4707$$

$$= 47,07 \%$$

2. Le flux thermique (quantité de chaleur) transférée dans le régénérateur.

$$\dot{Q}_{reg} = \dot{Q}_{4-1,in} = \dot{m}(h_1 - h_4) = \dot{m}C_p(T_1 - T_4) = 5 \times 1(563 - 298) = 1325 \text{ kW} = 1,325 \text{ MW}$$

3. La puissance produite par la centrale

$$\eta_{th} = \frac{\dot{W}_{net}}{\dot{Q}_c} \Rightarrow \dot{W}_{net} = \dot{Q}_c \times \eta_{th}$$

Méthode 1. Avec le premier principe de la thermodynamique :

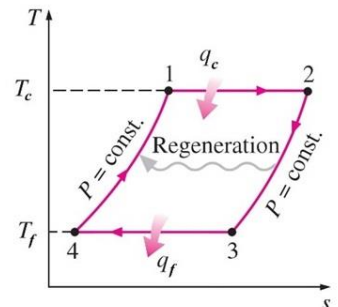
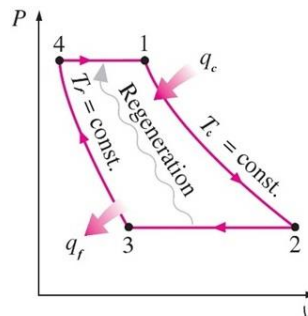
$$\begin{aligned} \dot{W}_{12} + \dot{Q}_{12} &= \Delta \dot{U}_{12} \Rightarrow -\dot{W}_{12} = \dot{Q}_{12} \text{ (Transformation isotherme)} \Rightarrow \dot{Q}_{12} = \int_1^2 P dV = \dot{m}RT_1 \ln \frac{V_2}{V_1} \\ &= \dot{m}RT_1 \ln \frac{\dot{m}RT_1/P_2}{\dot{m}RT_1/P_1} = \dot{m}RT_1 \ln \frac{P_1}{P_2} = 5 \times 0,287 \times 563 \ln 20 = 2420,27 \text{ kW} \\ \eta_{th} &= \frac{\dot{W}_{net}}{\dot{Q}_c} \Rightarrow \dot{W}_{net} = \dot{Q}_c \times \eta_{th} = 2420,27 \times 0,4707 = 1139,22 \text{ kW} \end{aligned}$$

Méthode 2. Avec le deuxième principe de la thermodynamique :

$$\begin{aligned} s_2 - s_1 &= C_p \ln \frac{T_2}{T_1} - R \ln \frac{P_2}{P_1} = -R \ln \frac{P_2}{P_1} = -0,287 \times \ln \frac{100}{2000} = 0,85977 \text{ kJ/kg.k} \\ \dot{Q}_{12} &= \dot{m} \times T_1(s_2 - s_1) = 5 \times 563 \times 0,85977 = 2420,26 \text{ kW} \\ \eta_{th} &= \frac{\dot{W}_{net}}{\dot{Q}_c} \Rightarrow \dot{W}_{net} = \dot{Q}_c \times \eta_{th} = 2420,27 \times 0,4707 = 1139,22 \text{ kW} \end{aligned}$$

Exercice 02.

$$\begin{aligned} T_4 = T_3 &= 27^\circ\text{C} = 300 \text{ K} \\ P_2 = P_3 &= 120 \text{ kPa} \\ T_1 = T_2 &= 927^\circ\text{C} = 1200 \text{ K} \\ q_{3-4} &= 150 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$



1. La pression maximale dans le cycle.



$$\Delta s_{34} = -\frac{q_{34}}{T_3} = -\frac{150}{300} = -0.5 \text{ kJ/kg.K}$$

$$\Delta s_{34} = C_p \ln \frac{T_4}{T_3} - R \ln \frac{P_4}{P_3} = -R \ln \frac{P_4}{P_3} \Rightarrow P_4 = P_3 \times e^{\frac{-\Delta s_{34}}{R}} = 120 \times e^{\frac{0.5}{0.287}} = \mathbf{685,19 \text{ kPa}}$$

2. Le travail par unité de masse obtenu par le cycle.

Le cycle est réversible, donc

$$\frac{q_f}{q_c} = \frac{T_f}{T_c} \Rightarrow q_c = q_f \times \frac{T_c}{T_f} = 150 \times \frac{1200}{300} = 600 \text{ kJ/kg}$$

Donc, $w_{net} = q_c - q_f = 600 - 150 = \mathbf{450 \text{ kJ/kg}}$

3. Le rendement thermique du cycle.

$$\eta_{th} = 1 - \frac{T_f}{T_c} = 1 - \frac{300}{1200} = 0,75 = \mathbf{75,00 \%}$$

Exercice 03.

$$T_4 = T_3 = 300 \text{ K}$$

$$T_1 = T_2 = 2000 \text{ K}$$

$$P_1 = 3000 \text{ kPa}$$

$$P_3 = 150 \text{ kPa}$$

$$m = 0,12 \text{ kg}$$

1. Le rendement thermique du cycle.

$$\eta_{th} = 1 - \frac{T_f}{T_c} = 1 - \frac{300}{2000} = 0,85 = \mathbf{85,00 \%}$$

2. Le flux thermique (quantité de chaleur) transférée dans le régénérateur.

$$Q_{reg} = Q_{4-1,in} = m(u_1 - u_4) = mC_v(T_1 - T_4) = 0,12 \times 0,713(2000 - 300) = \mathbf{145,45 \text{ kJ}}$$

3. La puissance produite par la centrale

$$P_1 v_1 = RT_1, \text{ et } P_3 v_3 = RT_3 \Rightarrow \frac{P_1 v_1}{P_3 v_3} = \frac{RT_1}{RT_3} \Rightarrow \frac{P_1 v_1}{T_1} = \frac{P_3 v_3}{T_3} \Rightarrow \frac{v_3}{v_1} = \frac{P_1 T_3}{P_3 T_1} = \frac{3000 \times 300}{150 \times 2000} = 3 = \frac{v_2}{v_1}$$

Méthode 2. Avec le deuxième principe de la thermodynamique :

$$s_2 - s_1 = C_v \ln \frac{T_2}{T_1} + R \ln \frac{v_2}{v_1} = R \ln \frac{v_2}{v_1} = 0,287 \times \ln 3 = 0,3153 \text{ kJ/kg.K}$$

$$Q_{12} = m \times T_1 (s_2 - s_1) = 0,12 \times 2000 \times 0,3153 = \mathbf{75,67 \text{ kJ}}$$

$$\eta_{th} = \frac{\dot{W}_{net}}{\dot{Q}_c} \Rightarrow \dot{W}_{net} = \dot{Q}_c \times \eta_{th} = 75,67 \times 0,85 = \mathbf{64,32 \text{ kJ}}$$

