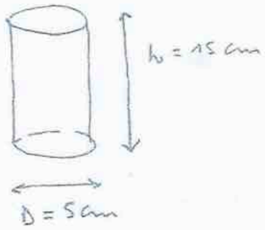
• EXERCICE 1 :

$w = 150 \frac{kJ}{kg}$

$P_1 = 1$ bar

$\rho = 1{,}2$ kg m^{-3}



Q1) $\Delta U = Q + W$

$U = \text{const.} \Rightarrow \Delta U = 0 \Rightarrow Q = -W = -150 \frac{kJ}{kg}$

Q2) $W > 0$ REÇU par le GAZ

$Q < 0$ CÉDÉE par le GAZ

Q3) $\rho = \frac{m}{V_1} \Rightarrow m = \rho V_1 = 3{,}6 \cdot 10^{-4}$ kg

$V_1 = \frac{\pi D^2}{4} h \simeq 0{,}3 \cdot 10^{-3}$ m^3

Q4) $\Delta U = 0$; $\Delta U = m c_v \Delta T$ (G.P.) $\Rightarrow \Delta T = 0 \Rightarrow T = \text{const.}$

Q5) $T_2 = T_1 = T$

EQ. ETAT: $P_1 V_1 = m r T$; $P_2 V_2 = m r T$ $\Rightarrow P_2 V_2 = P_1 V_1 \Rightarrow P_2 = P_1 \frac{V_1}{V_2}$

Il faut calculer aussi V_2

TRAVAIL MASSIQUE: w ; TRAVAIL $W = m w$

$$W = -\int_1^2 p\,dV = -m r T \int_1^2 \frac{dV}{V} = -m r T \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) \Rightarrow V_2 = V_1 e^{-\frac{W}{m r T}} = V_1 e^{-\frac{m w}{P_1 V_1}} \Rightarrow$$

$p = \frac{m r T}{V}$
$T = \text{const.}$

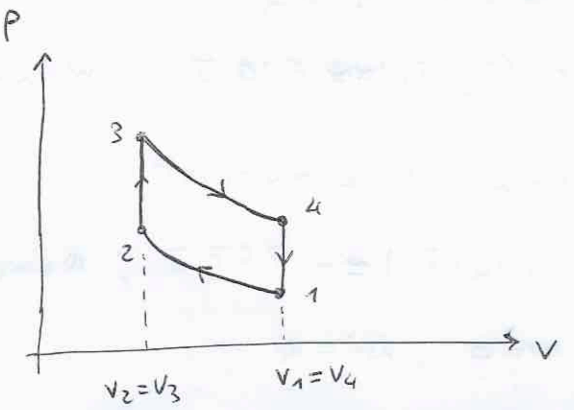
$W = m w$
$m r T = P_1 V_1$

$$\Rightarrow V_2 = V_1 e^{-\frac{m w}{P_1 V_1}}$$

$V_2 \simeq 5 \cdot 10^{-5}$ m^3 ; $P_2 = P_1 \frac{V_1}{V_2} \simeq 6 \cdot 10^5$ Pa $= 6$ bar

• EXERCICE 2 :

Q1)



$\left.\begin{matrix}1 \to 2 \\ 3 \to 4\end{matrix}\right\}$ ADIABATIQUES :

$PV^\gamma = \text{cst} \Rightarrow$

$\Rightarrow P = \dfrac{\text{cst}}{V^\gamma}$

$\left.\begin{matrix}2 \to 3 \\ 4 \to 1\end{matrix}\right\}$ ISOCHORES :

$V = \text{cst}$

Q2) ETAT 1 : $V_1 = V$; $P_1 V_1 = mRT_1 \Rightarrow V = \dfrac{mRT_1}{P_1}$

$$V = \frac{mRT_1}{P_1} = 1{,}2 \cdot 10^{-3}\,\cancel{kg} \cdot 287\,\frac{J}{\cancel{kg}\,K}\,\frac{293\,K}{10^5\,Pa} \simeq 0{,}001\ m^3 =$$

$= 1\ell$

Q3) TEMPERATURES T_2, T_4

pour T_2 : ADIABATIQUE $1 \to 2$

" T_4 : " $3 \to 4$

ADIABATIQUE REVERSIBLE $\Rightarrow$ LOI de LAPLACE : $PV^\gamma = \text{cst}$

$\gamma = \dfrac{c_p}{c_v}$

$1 \to 2$: $P_2 V_2^{\ \gamma} = P_1 V_1^{\ \gamma} \Rightarrow \dfrac{P_2}{P_1} = \left(\dfrac{V_1}{V_2}\right)^\gamma$

il faut éliminer P_1, P_2 pour faire apparaître T_1, T_2

$$\Rightarrow \frac{\cancel{mR}\,T_2\ V_1}{\cancel{mR}\,T_1\ V_2} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^\gamma \to \boxed{T_2 = T_1 \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma - 1}}$$

$3 \to 4$: raisonnement identique $\Rightarrow \boxed{T_4 = T_3 \left(\dfrac{V_3}{V_4}\right)^{\gamma - 1}}$

$$T_2 = 293\,K \ 10^{\frac{1000}{713} - 1} \simeq 740\,K$$

$$T_4 = 1465\,K\ (0{,}1)^{\frac{1000}{713} - 1} \simeq 580\,K$$

Q4) $\underline{1\to 2}$: $Q = 0 \Rightarrow \Delta U = W$; $\Delta U = m c_v \Delta T$

$W_{1\to 2} = m c_v (T_2 - T_1) \simeq 382\ J$; $Q_{1\to 2} = 0$

$\underline{2\to 3}$: $V = cst \Rightarrow W = 0$; $\Delta U = Q$

$Q_{2\to 3} = m c_v (T_3 - T_2) \simeq 620\ J$; $W_{2\to 3} = 0$

$\underline{3\to 4}$: $Q = 0 \Rightarrow \Delta U = W$; $\Delta U = m c_v \Delta T$

$W_{3\to 4} = m c_v (T_4 - T_3) \simeq -757\ J$; $Q_{3\to 4} = 0$

$\underline{4\to 1}$: $V = cst \Rightarrow W = 0$; $\Delta U = Q$

$Q_{4\to 1} = m c_v (T_1 - T_4) \simeq -246\ J$; $W_{4\to 1} = 0$

Q5) TRAVAIL TOTAL : $W = W_{1\to 2} + \underbrace{W_{2\to 3}}_{=0} + W_{3\to 4} + \underbrace{W_{4\to 1}}_{=0} =$

$= (382 - 757)\ J = -375\ J$ CÉDÉ (MOTEUR)

CHALEUR REÇUE : $Q_C > 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow Q_C = Q_{2\to 3} = 620\ J$

$\eta = \dfrac{|W|}{Q_C} = \dfrac{375}{620} \simeq 0,6$ $\underline{\text{RENDEMENT}}$

Q6) $T_C = T_3 = 1465\ K$ température à la fin de la combustion

$T_F = T_1 = 293\ K$ " de l'environnement, au quel le moteur cède la chaleur pendant le refroidissement isochore.

Q7) $\eta_C = 1 - \dfrac{T_F}{T_C} = 1 - \dfrac{293}{1465} = 0,8$ RENDEMENT MOTEUR CARNOT (opérant entre $T_C = T_3$ et $T_F = T_1$)

$\eta < \eta_C$

↑

IRREVERSIBILITÉS THERMIQUES durant les isochores (p.ex. : COMBUSTION pendant $2\to 3$)

• EXERCICE 3 :

Q1) $dU = m\,c_v\,dT$ 1° LOI de JOULE
$dH = m\,c_p\,dT$ 2° LOI de JOULE } pour un GAZ PARFAIT

$\underset{\uparrow}{dH} = dU + d(pV) \Rightarrow d(pV) = dH - dU = m\,(c_p - c_v)\,dT =$

$H = U + pV$ (ENTHALPIE)

$= m\,r\,dT \Rightarrow$

$c_p = c_v + r$

$c_p - c_v = r$

$\Rightarrow \boxed{pV = m\,r\,T}$ EQ. ETAT GAZ PARFAITS