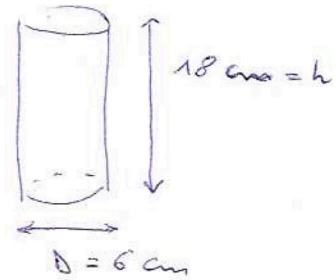
· EXERCICE 1 :

$w = 120 \ \frac{kJ}{kg}$

$P_1 = 1$ bar

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



Q1) $\Delta U = Q + W$ (1° principe)

$U = \text{const} \Rightarrow \Delta U = 0 \Rightarrow Q = -W = -120 \ \frac{kJ}{kg}$

$W > 0$ REÇU par le GAZ

$Q < 0$ CÉDÉE par le GAZ

Q2) $\rho = \frac{m}{V_1} \Rightarrow m = \rho V_1 = 6 \cdot 10^{-4}$ kg

$V_1 = \frac{\pi D^2}{4} h \simeq 0{,}5 \cdot 10^{-3} \ m^3$

Q3) $\Delta U = 0$; $\Delta U = m c_v \Delta T$ (G.P., 1° LOI de JOULE) $\Rightarrow T = \text{const.}$ $(\Delta T = 0)$

Q4) $W = -\int_1^2 p\,dV = -mrT \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V} = -mrT \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) \Rightarrow$

$p = \frac{mrT}{V}$

$T = \text{const}$

$\Rightarrow V_2 = V_1 \, e^{-\frac{W}{mrT}}$

$W = mw$

TRAVAIL

TRAVAIL MASSIQUE

$\Rightarrow \boxed{V_2 = V_1 \, e^{-\frac{mw}{p_1 V_1}}}$

$mrT = p_1 V_1$ (connu)

$V_2 \simeq 1{,}2 \cdot 10^{-4} \ m^3$

Q5) $T_2 = T_1 = T$

EQ. ETAT

$P_1 V_1 = mrT$

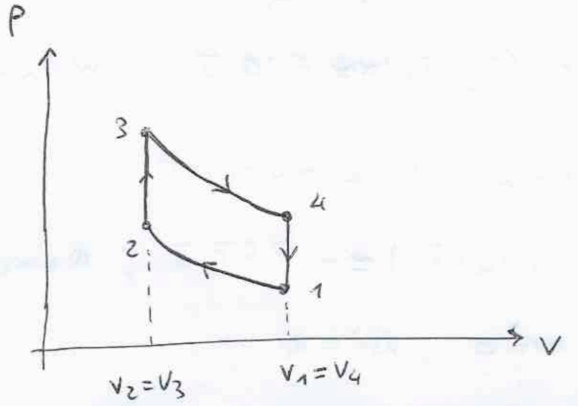
$P_2 V_2 = mrT$

$\Rightarrow P_2 V_2 = P_1 V_1 \Rightarrow \boxed{P_2 = P_1 \frac{V_1}{V_2}}$

$P_2 \simeq 4{,}2 \cdot 10^5 \ Pa = 4{,}2$ 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 : $V_1 = V$; $P_1 V_1 = m r T_1 \Rightarrow V = \dfrac{m r T_1}{P_1}$

$$V = \frac{m r T_1}{P_1} = 1{,}2 \cdot 10^{-3}\,\cancel{kg} \cdot 287\,\frac{J}{\cancel{kg}\,K}\,\frac{293\,K}{10^5\,Pa} \simeq 0{,}001\ m^3 =$$

$= 1\,l$

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

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

$3 \to 4$: 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) $1 \to 2$: $Q = 0 \Rightarrow \Delta U = W$; $\Delta U = m c_v \Delta T$

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

$2 \to 3$: $V = cost \Rightarrow W = 0$; $\Delta U = Q$

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

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

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

$4 \to 1$: $V = cost \Rightarrow W = 0$; $\Delta U = Q$

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

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

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

CHALEUR REÇUE : $Q_C > 0 \Rightarrow$

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

$\eta = \frac{|W|}{Q_C} = \frac{375}{620} \simeq 0,6$ <u>RENDEMENT</u>

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) $\eta_C = 1 - \frac{T_F}{T_C} = 1 - \frac{293}{1465} = 0,8$ 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 $2 \to 3$)