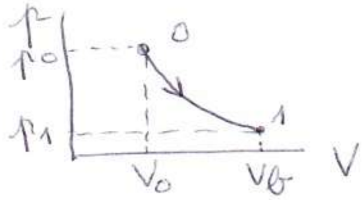
Ex 5.




1) $p_1 = p_a$ (équilibre mécanique)

2) $pV^\gamma = cte \Rightarrow p^{1-\gamma}T^\gamma = cte$

$$p_0^{1-\gamma}T_0^\gamma = p_1^{1-\gamma}T_1^\gamma \Rightarrow T_1 = T_0\left(\frac{p_0}{p_1}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = \frac{T_0}{\left(\frac{p_0}{p_1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}} = \frac{T_a}{\left(\frac{p_0}{p_a}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}} < T_a$$

(Le gaz se refroidit)

$$N = \frac{p_a V_f}{RT_1} = \frac{p_a V_f}{R\,T_a}\left(\frac{p_0}{p_a}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

3) $\frac{p_0}{p_a} = 1 + \frac{\Delta p}{p_a} \Rightarrow \frac{T_a}{T_1} = \left(\frac{p_0}{p_a}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \simeq 1 + \frac{\gamma-1}{\gamma}\frac{\Delta p}{p_a} \Rightarrow \frac{T_1-T_a}{T_1} \approx \frac{1-\gamma}{\gamma}\frac{\Delta p}{p_a}$

4) $T_2 = T_a$ car les parois sont diathermes.
$T_2 \neq T_1 \Rightarrow$ la température du système évolue, alors que la Température extérieure est fixe $\Rightarrow$ il ne peut pas y avoir éq. thermodynamique du système avec l'extérieur $\Rightarrow$ Transfo irréversible.

$$V_2 = V_f = V_1 \Rightarrow \frac{T_2}{p_2} = \frac{T_1}{p_1} \Rightarrow p_2 = p_1\frac{T_2}{T_1} = p_a\frac{T_a}{T_1}$$

5) $\Delta p' = p_2 - p_a = p_a\frac{T_a}{T_1} - p_a = p_a\left(\frac{T_a}{T_1}-1\right) = p_a\left(\frac{T_a-T_1}{T_1}\right) \approx \frac{\gamma-1}{\gamma}\frac{\Delta p}{\cancel{p_a}}\cancel{p_a}$

6) $\gamma\Delta p' \simeq (\gamma-1)\Delta p \Rightarrow \gamma(\Delta p' - \Delta p) \simeq -\Delta p$

$\Rightarrow \gamma \simeq \frac{-\Delta p}{\Delta p' - \Delta p} = \frac{\Delta p}{\Delta p - \Delta p'}$    AN : $\gamma \simeq \frac{0{,}35}{0{,}25} = \frac{7}{5} = 1{,}4$ gaz diatomique

7) $\begin{cases} W_{01} = -\int_0^1 p_{ext}\,dV = -\int_0^1 p\,dV = \Delta U_{01} \\ Q_{01} = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} W_{01} = C_V(T_1 - T_0) \\ \quad = \frac{NR}{\gamma-1}(T_1 - T_a) \\ Q_{01} = 0 \end{cases}$

$\begin{cases} W_{12} = 0 \\ Q_{12} = \Delta U_{12} = C_V(T_2 - T_1) = \frac{NR}{\gamma-1}(T_a - T_1) = -W_{01} \end{cases}$

$\Rightarrow \boxed{\Delta U_{02} = 0.}$

8) <u>Etape 1</u>

Adiabatique $\Rightarrow S_{tr} = 0$    Réversible $\Rightarrow S_{pr} = 0$

Adiabatique rev $\Leftrightarrow$ isentropique $(\Delta S)_{01} = 0$

Etape 2

$$\Delta S_{12} = C_v \ln \frac{T_2}{T_1} = \frac{NR}{\gamma-1} \ln \frac{T_a}{T_1} \qquad (\text{car } V_2 = V_1)$$

$$S_{tr} = \frac{Q_{12}}{T_a} = \frac{NR}{\gamma-1} \frac{(T_2-T_1)}{T_a} = \frac{NR}{\gamma-1}\left[\frac{T_a-T_1}{T_a}\right]$$

$$\Rightarrow S_{pr} = \Delta S_{12} - S_{tr} = \frac{NR}{\gamma-1}\left[\ln\frac{T_a}{T_1} - 1 + \frac{T_1}{T_a}\right]$$

$T_1 < T_a \Rightarrow$ posons $x = \frac{T_a}{T_1}$ $(x > 1)$

$$f(x) = \ln x - 1 + \frac{1}{x}$$

$$f'(x) = \frac{1}{x} - \frac{1}{x^2} = \frac{x-1}{x^2} > 0 \Rightarrow f \text{ croissante}$$

et $f(1) = 0 - 1 + 1 = 0 \qquad \Rightarrow f > 0$ pour $x > 1$

$\Rightarrow \boxed{S_{pr} > 0}$ 2$^{d}$ principe OK

la transformation est irréversible.