Sebastien Bruneau - http://sbeccompany.fr (1)

Exercice 4 - Compression d'un gaz

1) AC : isochore
CD : isobare
DE : isochore
EB : isobare

2) $\left.\begin{array}{l} P_A V_A = nRT_A \\ P_B V_B = nRT_B \end{array}\right\}$ $T_B = \frac{P_B V_B T_A}{P_A V_A} = \underline{723\ K}$

de même $T_C = \underline{1410\ K}$
$T_D = \underline{470\ K}$
$T_E = \underline{2170\ K}$

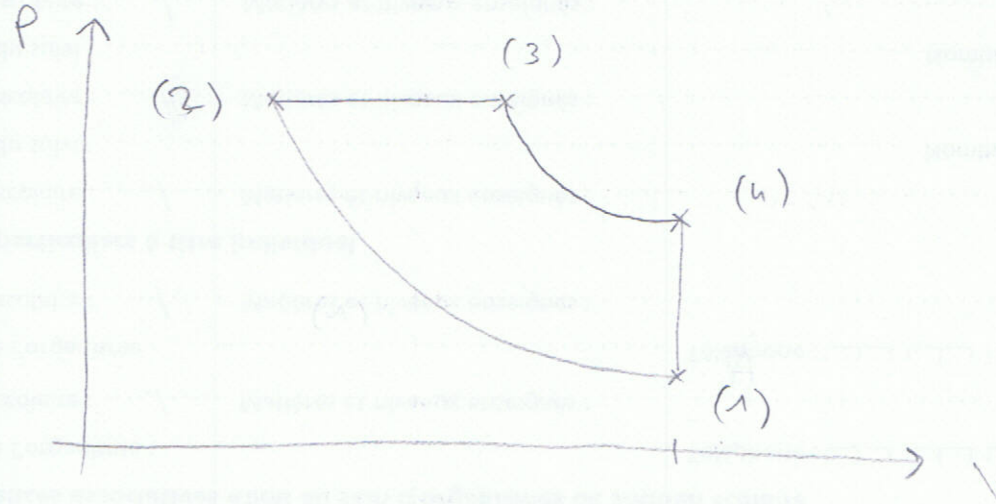
3) a. Adiabatique : le système n'échange pas de chaleur avec le milieu extérieur.

b. $PV^\gamma = cste$ (cours)

vérification : $\left.\begin{array}{l} P_A V_A^\gamma = 136,75 \\ P_B V_B^\gamma = 136,92 \end{array}\right)$ $P_A V_A^\gamma = P_B V_B^\gamma$

Exercice 5 Cycle Diesel

1)



(1) → (2) adiabatique donc $P_1 V_1^{\gamma} = P_2 V_2^{\gamma}$

$$\boxed{V_2 = \frac{V_1}{a}} \qquad \boxed{P_2 = P_1 \frac{V_1^{\gamma}}{V_2^{\gamma}} = P_1 a^{\gamma}}$$

$$\left.\begin{aligned} P_1 V_1 &= nRT_1 \\ P_2 V_2 &= nRT_2 \end{aligned}\right) \quad \boxed{T_2 = \frac{T_1 P_2 V_2}{P_1 V_1} = \frac{T_1 a^{\gamma}}{a} = T_1 a^{\gamma - 1}}$$

(2) → (3) isobare donc $\boxed{P_3 = P_2 = P_1 a^{\gamma}}$

(4) → (1) isochore donc $\boxed{V_4 = V_1}$

$V_3 = \frac{V_4}{b}$ donc $\boxed{V_3 = \frac{V_1}{b}}$

$$\boxed{T_3 = \frac{T_1 P_3 V_3}{P_1 V_1} = T_1 a^{\gamma} \cdot \frac{1}{b} = \frac{T_1 a^{\gamma}}{b}}$$

(3) → (4) adiabatique donc $P_3 V_3^{\gamma} = P_4 V_4^{\gamma}$

$$\Rightarrow \boxed{P_4 = P_3 \frac{V_3^{\gamma}}{V_4^{\gamma}} = \frac{P_3 \left(\frac{V_1}{b}\right)^{\gamma}}{V_1^{\gamma}} = \frac{P_3}{b^{\gamma}} = P_1 \frac{a^{\gamma}}{b^{\gamma}}}$$

3

$$\boxed{T_4 = \frac{T_1 P_4 V_4}{P_1 V_1} = T_1\left(\frac{a}{b}\right)^{\gamma}}$$ $$\left(V_1 = \frac{nRT_1}{P_1} = 0{,}025\ m^3\right)$$

	(1)	(2)	(3)	(4)
P_i (Pa)	$1{,}0 \cdot 10^5$	$21{,}6 \cdot 10^5$	$21{,}6 \cdot 10^5$	$4{,}65 \cdot 10^5$
V_i (m^3)	0,025	$2{,}78 \cdot 10^{-3}$	0,0833	0,025
T_i (K)	300	723	2164	1394

2 – $Q_{12} = Q_{34} = 0\ J$

$W_{41} = 0\ J$

W_{23} (isobare) $= -P_2(V_3 - V_2) = \underline{-173{,}9\ kJ}$

W_{12} (adiabatique) $= \Delta U = C_V(T_2 - T_1) = \underline{8{,}8\ kJ}$

W_{34} (adiabatique) $= \Delta U = C_V(T_4 - T_3) = \underline{-16{,}0\ kJ}$

Q_{41} (isochore) $= \Delta U = C_V(T_1 - T_4) = \underline{-22{,}8\ kJ}$

Q_{23} (isobare) $= \Delta U - W_{23}$

$= C_V(T_3 - T_2) + P_2(V_3 - V_2)$

$= \underline{203{,}9\ kJ}$

3 – Le rendement correspond au rapport entre l'énergie utilisée par le système et l'énergie rendue par celui-ci.
Dans l'énoncé, on parle d'un moteur. Le but d'un moteur est de fournir du travail, donc on s'intéresse à $W_{total} = W_{12} + W_{23} + W_{34} + W_{41}$.
Un moteur utilise la chaleur qu'on lui fournit, ici Q_{23}.
Q_{41} correspond à des pertes uniquement.

$$\eta = \frac{|W_{23} + W_{12} + W_{34}|}{Q_{23}}$$

$$\eta = \frac{\left| -P_2(V_3-V_2) + C_v(T_2-T_1) + C_v(T_4-T_3) \right|}{C_v(T_3-T_2) + P_2(V_3-V_2)}$$

$$= \frac{P_2(V_3-V_2) + C_v(T_1-T_2) + C_v(T_3-T_4)}{C_v(T_3-T_2) + P_2(V_3-V_2)}$$

$$= \frac{P_2(V_3-V_2) + C_v(T_3-T_2) + C_v(T_1-T_4)}{C_v(T_3-T_2) + P_2(V_3-V_2)}$$

$$= 1 + \frac{C_v(T_1-T_4)}{C_v(T_3-T_2) + nR(T_3-T_2)}$$

$$= 1 + \frac{C_v\left(T_1 - T_1\left(\frac{a}{b}\right)^\gamma\right)}{(C_v+nR)\left(T_1\frac{a^\gamma}{b} - T_1 a^{\gamma-1}\right)}$$

$C_v + nR = C_p$ et $\frac{C_p}{C_v} = \gamma$

$$= 1 + \frac{1}{\gamma}\frac{\left(1-\left(\frac{a}{b}\right)^\gamma\right)}{\left(\frac{a^\gamma}{b} - a^{\gamma-1}\right)}$$

$$= 1 + \frac{1}{\gamma}\left(\frac{b^\gamma - a^\gamma}{b^\gamma} \cdot \frac{b}{a^\gamma - ba^{\gamma-1}}\right)$$

$$= 1 + \frac{1}{\gamma}\frac{(b^\gamma - a^\gamma)\,b^{1-\gamma}}{a^\gamma - ba^{\gamma-1}}$$

$$= 1 + \frac{1}{\gamma}\frac{ba^{-\gamma} - b^{1-\gamma}}{1 - ba^{-1}}$$

$$= 1 + \frac{1}{\gamma}\frac{a^{-\gamma} - b^{-\gamma}}{b^{-1} - a^{-1}}$$

pas obligatoire

$$= 0{,}458 = \underline{45{,}8\,\%}$$