

EX. 1

CO<sub>2</sub> → GAZ PARFAIT  
TRANSF. RÉV.

$$m = 44,01 \text{ g}$$

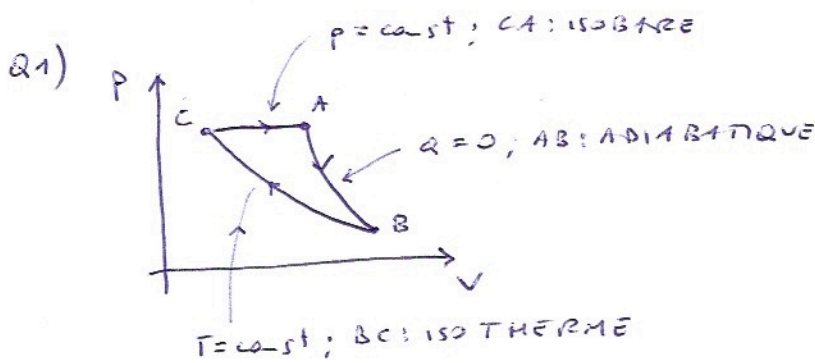
$$\alpha = 188,82 \frac{\text{J}}{\text{kg K}}$$

$$\gamma \equiv \frac{c_p}{c_v} = \frac{4}{3}$$

ÉTAT A:  $T_A = 150^\circ\text{C} \approx 423 \text{ K}$ ;  $V_A = 1 \text{ l} = 10^{-3} \text{ m}^3$ ;  $P_A$

ÉTAT B:  $T_B$ ;  $V_B = 10 V_A = 10^{-2} \text{ m}^3$ ;  $P_B$

ÉTAT C:  $T_C = T_B$ ;  $V_C$ ;  $P_C = P_A$



Q2) Le cycle est parcouru en sens horaire ⇒ CYCLE MOTEUR

Q3)  $P_A = \frac{m \alpha T_A}{V_A} \approx 3,52 \cdot 10^6 \text{ Pa}$   
 $\downarrow$   
 EQ. ÉTAT:  $pV = m \alpha T$

Q4) AB: ADIABATIQUE RÉVERSIBLE ⇒ LOI DE LAPLACE:  $PV^\gamma = \text{const}$

$$P_A V_A^\gamma = P_B V_B^\gamma \Rightarrow T_A V_A^{\gamma-1} = T_B V_B^{\gamma-1} \Rightarrow T_B = T_A \left( \frac{V_A}{V_B} \right)^{\gamma-1} \approx 196 \text{ K}$$

$$pV = m \alpha T$$

Q5) EQ. ÉTAT:  $P_C V_C = m \alpha T_C \Rightarrow V_C = \frac{m \alpha T_C}{P_C} = \frac{m \alpha T_B}{P_A} \approx 0,46 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \approx 0,46 \text{ l}$   
 $T_C = T_B$   
 $P_C = P_A$

$$\left. \begin{array}{l} T_C = T_B \approx 196 \text{ K} \\ V_C \approx 0,46 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \\ P_C = P_A \approx 3,52 \cdot 10^6 \text{ Pa} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{ÉTAT C complètement déterminé.}$$

Q6)

2

$$AB: \text{ADIABATIQUE} \Rightarrow Q_{AB} = 0$$

$$BC: \text{ISOTHERME} \Rightarrow \Delta U_{BC} = Q_{BC} + W_{BC} = 0 \Rightarrow Q_{BC} = -W_{BC}$$

$$\uparrow$$

$$\Delta U = m c_V \Delta T$$

$$\text{et } T = \text{const}$$

$$\Rightarrow Q_{BC} = \int_{V_B}^{V_C} p dV = m n T_B \int_{V_B}^{V_C} \frac{dV}{V} = m n T_B \ln\left(\frac{V_C}{V_B}\right) \approx$$

$$\uparrow$$

$$p = \frac{m n T}{V}$$

$$\text{et } T = \text{const.}$$

$$\approx -5015 \text{ J} < 0 \Rightarrow Q_{BC}: \text{CÉDÉE}$$

Q7)

$$CA: \text{ISOBATRE} \Rightarrow Q_{CA} = \Delta H_{CA} = m c_p (T_A - T_C)$$

$$\uparrow$$

$$p = \text{const}$$

$$\gamma = \frac{c_p}{c_v} = \frac{c_p}{c_p - n} \Rightarrow c_p = \frac{\gamma}{\gamma - 1} n \Rightarrow$$

$$\uparrow$$

$$c_p = c_v + n$$

$$\Rightarrow Q_{CA} = m n \frac{\gamma}{\gamma - 1} (T_A - T_C) \approx 7545 \text{ J} > 0 \rightarrow$$

$\rightarrow Q_{CA}: \text{REÇUE}$

AUTREMENT, à partir du 1<sup>er</sup> principe:

$$Q_{CA} = \Delta U_{CA} - W_{CA} = m c_V (T_A - T_C) + p(V_A - V_C) = m c_V (T_A - T_C) + m n (T_A - T_C)$$

$$\uparrow$$

$$\uparrow$$

$$pV = m n T$$

$$\Delta U = m c_V \Delta T$$

$$W = - \int_{V_C}^{V_A} p dV = p(V_C - V_A)$$

$$\uparrow$$

$$p = \text{const}$$

$$\Rightarrow Q_{CA} = m (c_V + n) (T_A - T_C) =$$

$$= m c_p (T_A - T_C)$$

Q8) TR. RÉVERSIBLES  $\Rightarrow TdS = \delta Q$

13

AB: ADIABATIQUE  $\Rightarrow dS_{AB} = \frac{\delta Q_{AB}}{T} = 0 \Rightarrow \Delta S_{AB} = 0$   
( $\delta Q = 0$ )

BC: ISOTHERME  $\Rightarrow \Delta S_{BC} = \int_B^C \frac{\delta Q}{T} = \frac{Q_{BC}}{T_B} \approx -25,53 \frac{J}{K}$   
 $T = \text{const}$

CA: ISOBARIE  $\Rightarrow \delta Q_{CA} = dH_{CA} = m c_p dT \Rightarrow$   
 $p = \text{const}; H: \text{enthalpie}$

$\Rightarrow \Delta S_{CA} = \int_C^A \frac{\delta Q}{T} = m c_p \int_{T_C}^{T_A} \frac{dT}{T} = m c_p \ln\left(\frac{T_A}{T_C}\right) =$

$= m \frac{\gamma}{\gamma-1} R \ln\left(\frac{T_A}{T_C}\right) \approx 25,57 \frac{J}{K}$

$c_p = \frac{\gamma}{\gamma-1} R$

Q9)

$\Delta S = \Delta S_{AB} + \Delta S_{BC} + \Delta S_{CA}$

$\Delta S \approx 0 - 25,53 \frac{J}{K} + 25,57 \frac{J}{K} \approx 0$

en accord avec:  
 $\Delta S = 0$  sur 1 cycle,  
car S est une fonction  
d'état.

Q10)  $Q_{CH} = Q_{CA} > 0$  (reçue)

$Q_{FR} = Q_{BC} < 0$  (cédée)

$\Delta U = 0 \Rightarrow 0 = W + Q_{CH} + Q_{FR} \Rightarrow W = -Q_{CH} - Q_{FR} \approx -2530 J$   
 $\uparrow$  1 cycle  $\uparrow$  1<sup>er</sup> principe sur 1 cycle

$W < 0$ , en accord avec le fait que ce cycle est un  
CYCLE MOTEUR ( $\Rightarrow$  travail cédé).

Q11)  $\eta = \frac{|W|}{Q_{CH}} = \frac{2530}{7544} \approx 0,33 = 33\%$

Q12)  $\eta_{\text{Carnot}} = 1 - \frac{T_{FR}}{T_{CH}}$  (cycle de Carnot)

(FROIDE)  $T_{FR} = T_B \approx 186 K \Rightarrow \eta_{\text{Carnot}} \approx 0,54 = 54\%$   
(CHAUDE)  $T_{CH} = T_A \approx 423 K$   
 $\eta \approx 61\%$   
 $\eta_{\text{Carnot}}$

Q1)

$$m = N M_{\text{MOLEC}}$$

$$m = n M_{\text{MOL}}$$

$$M_{\text{MOL}} = N_A M_{\text{MOLEC}} ; \quad \frac{m}{m} = \frac{N}{n} \cdot \frac{M_{\text{MOLEC}}}{M_{\text{MOL}}} \Rightarrow M_{\text{MOL}} = N_A M_{\text{MOLEC}}$$

Q2)

$$pV = N k_B T$$

(a)

$$pV = N k_B T = \overset{N = n N_A}{=} n \underbrace{N_A k_B}_R T = n R T$$

$R = N_A k_B = \text{const. universelle}$  (car  $k_B, N_A$  sont universelles)

(b)

$$pV = n R T =$$

$$= \underbrace{n M_{\text{MOL}}}_m \underbrace{\frac{R}{M_{\text{MOL}}}}_r T = m r T$$

$$r = \frac{R}{M_{\text{MOL}}} \quad \text{PAS UNIVERSELLE (car } M_{\text{MOL}} \text{ n'est pas universelle)}$$