

LE CORRIGÉ TYPE TD N° 02

EXERCICE N° 01

les données : $P_0 = 1 \text{ atm}$
 $V_0 = 2 \text{ l.}$
 $T_0 = 25^\circ \text{C} = 298 \text{ K}$

Ⓐ $(u_0, P_0, V_0, T_0) = \text{Ⓐ} (u_0, 1 \text{ atm}, 2 \text{ l.}, 298 \text{ K})$

$u_0 = P_0 V_0 / R T_0$ / $R = 0,08205 \text{ l. atm. mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

$u_0 = \frac{1 \text{ atm} \cdot 2 \text{ l.}}{0,08205 \text{ l. atm. mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 298 \text{ K}} = 0,0818 \text{ mol.} \checkmark$

donc Ⓐ $(0,0818 \text{ mol.}, 1 \text{ atm.}, 2 \text{ l.}, 298 \text{ K})$

$T_0 = T_1 = 298 \text{ K}$ ↓ Détente isotherme

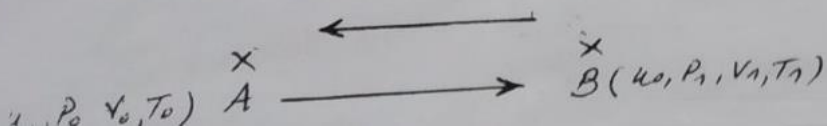
Ⓑ $(0,0818 \text{ mol.}, P_1, 10 \text{ l.}, 298 \text{ K})$

Alors $P_1 = n_0 \cdot R T_0 / V_1 = 0,0818 \cdot 0,08205 \cdot 298 \text{ K} / 10 \text{ l.}$

$P_1 = 0,2 \text{ atm} \checkmark$

Ⓑ $(0,0818 \text{ mol.}, 10 \text{ l.}, 0,2 \text{ atm.}, 298 \text{ K})$

compression à $T = \text{cte}$



le Travail W_d (Détente).

* d'une façon réversible

$\delta W = - P_{\text{ext}} dV$ ($P_{\text{ext}} = P_{\text{int}} = \text{cte}$).

$W_d = - \int_{V_A}^{V_B} P_{\text{ext}} dV \Rightarrow W_d = - nRT \ln \frac{V_B}{V_A} < 0$

$W_d = - 0,0818 \text{ mol.} \cdot 0,08205 \cdot 298 \text{ K} \ln \frac{10 \text{ l.}}{2 \text{ l.}}$

$W_d = -3,219 \text{ l. atm} < 0 \checkmark$

* d'une façon irréversible ($P_{\text{ext}} \neq P_{\text{int}}$).

$\dot{W}_d = - P_1 \int_{V_A}^{V_B} dV = - P_1 (V_B - V_A)$

$= - 0,2 \text{ atm} (10 - 2) \text{ l.} = -1,6 \text{ l. atm} < 0 \checkmark$

le travail W_c (compression)

* d'une façon réversible

$W_c = - nRT \ln \frac{V_A}{V_B} > 0$

$= 0,0818 \text{ mol.} \cdot 0,08205 \cdot 298 \text{ K} \cdot \ln \frac{2 \text{ l.}}{10 \text{ l.}}$

$W_c = +3,219 \text{ l. atm} > 0 \checkmark$

* d'une façon irréversible.

$W_c = - P_0 (V_A - V_B) = - 1 \text{ atm} \cdot (2 - 10) \text{ l.} = +8 \text{ l. atm}$

Remarque:

$W_{0,1} > W_{1,0}$

EXERCICE N°02

Les données :

à l'état initial \textcircled{A} (1 mol, $2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, 14 L, T_0)

$$P_0 = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa} \approx 2 \text{ atm}, \quad (1 \text{ atm} = 1,01325 \cdot 10^5 \text{ Pa})$$

alors : $T_0 = P_0 V_0 / nR = 2 \text{ atm} \cdot 14 \text{ L} / (0,08205 \cdot 1 \text{ mol})$

$$T_0 = 341,25 \text{ K}$$

les nouvelles données de \textcircled{A} (1 mol, 2 atm, 14 L, 341,25 K)

1^{er} étape \textcircled{B} (1 mol, 2 atm, 28 L, T_1)

$$P_0 = P_1 \Rightarrow \frac{nRT_0}{V_0} = \frac{nRT_1}{V_1}$$

$$\Rightarrow T_1 = T_0 \cdot \frac{V_1}{V_0} = T_0 \cdot \frac{28 \text{ L}}{14 \text{ L}} \Rightarrow T_1 = 2T_0$$

$$T_1 = 682,5 \text{ K}$$

\textcircled{B} (1 mol, 2 atm, 28 L, 682,5 K)

2^{ème} étape \textcircled{C} (1 mol, P_2 , 14 L, 682,5 K)

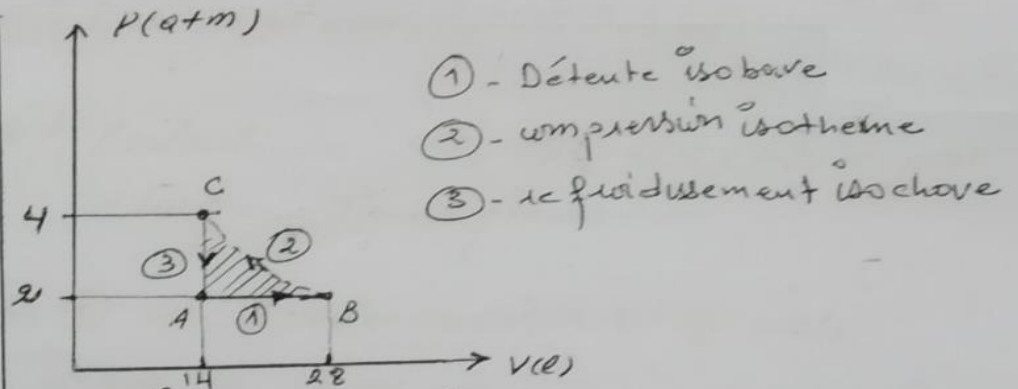
$$T_2 = T_1 \Rightarrow \frac{P_2 V_2}{nR} = \frac{P_1 V_1}{nR}$$

$$P_2 = \frac{P_1 V_1}{V_2} = \frac{2 \text{ atm} \cdot 28 \text{ L}}{14 \text{ L}} = 2P_1 = 4 \text{ atm}$$

$$P_2 = 4 \text{ atm}$$

\textcircled{C} (1 mol, 4 atm, 14 L, 682,5 K)

3^{ème} étape : refroidissement et le



- ① - Détente isobare
- ② - compression isotherme
- ③ - le refroidissement isochore

Le diagramme de Clapeyron

1) la température de laquelle s'effectue la compression est $T_2 = 682,5 \text{ K}$

2) la pression maximale est $P_2 = 4 \text{ atm}$.

3) le travail et la quantité de chaleur.

① - $P = \text{cte}$; $W_{AB} = -P_0(V_B - V_A) = -28 \text{ L} \cdot \text{atm}$.

② - $T = \text{cte}$; $W_{BC} = -nRT \ln \frac{V_C}{V_B} = -1 \text{ mol} \cdot 0,08205 \cdot 682,5 \cdot \ln \frac{14 \text{ L}}{28 \text{ L}} = +38,30 \text{ L} \cdot \text{atm}$.

③ - $V = \text{cte}$; $dV = 0 \Rightarrow W_{CA} = 0$

Le travail du cycle W_{ABCA}

$$W_{ABCA} = W_{AB} + W_{BC} + W_{CA} = -28 + 38,30 = 10,30$$

$$W_{\text{cycle}} = 10,30 \text{ L} \cdot \text{atm}$$

3/ la quantité de chaleur Q_{AB} , Q_{BC} , Q_{CA}

⊙ Pour une transformation isobare $P = \text{cte}$

$$Q_{AB} = \Delta H = Q_P = n C_p \Delta T$$

$$\gamma = C_p / C_v = 1,4, \quad C_p - C_v = R \quad (\text{l'équation de Mayer})$$

$$C_p = R \gamma / (\gamma - 1), \quad C_v = R / (\gamma - 1)$$

$$Q_{AB} = n C_p (T_B - T_A) = \frac{1 \text{ mole} \cdot 0,08205 \cdot 1,4 (682,5 - 341,25)}{0,4}$$

$$= 97,998 \text{ l. atm.}$$

* Pour une transformation isotherme $T = \text{cte}$

$$\Delta U = 0 \Rightarrow Q_{BC} = -W_{BC} = -38,3 \text{ l. atm}$$

* Pour une transformation isochore $V = \text{cte}$

$$\Delta U = Q_{CA} = Q_V = n C_v \Delta T$$

$$Q_{CA} = 1 \text{ mole} \cdot 0,08205 / 0,4 (341,25 - 682,5)$$

$$= -69,998 \text{ l. atm.}$$

$$Q_{\text{cycle}} = Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CA}$$

$$= 97,998 - 38,3 - 69,998 = -10,3 \text{ l. atm}$$

$$Q_{\text{cycle}} = -10,3 \text{ l. atm}$$

Remarque

$$Q_{\text{cycle}} = -W_{\text{cycle}}$$

$$\Delta U_{\text{cycle}} = \Delta H_{\text{cycle}} = 0$$

EXERCICE N°03

d'Etat initial: Ⓐ ($n_A, 1 \text{ atm}, 50 \text{ l}, 298 \text{ K}$)

$$n_A = P_A \cdot V_A / R T_A = 2,04 \text{ mole.}$$

Ⓐ (n, P_A, V_A, T_A) $\xrightarrow{\text{T. adiabatique}}$ Ⓑ (n, P_B, V_B, T_B)

calcul de V_B :

$$T_B \cdot V_B^{\gamma-1} = T_A \cdot V_A^{\gamma-1}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{V_B}{V_A} \right)^{\gamma-1} = \left(\frac{T_A}{T_B} \right) \Rightarrow V_B = V_A \cdot \left(\frac{T_A}{T_B} \right)^{1/(\gamma-1)}$$

$$V_A = 50 \text{ l}, T_A = 298 \text{ K}, T_B = 398 \text{ K}, \gamma = 1,4$$

$$V_B = 24,2 \text{ l.}$$

et:

$$P_B \cdot V_B = n R T_B \Rightarrow P_B = n R T_B / V_B$$

$$P_B = 2,75 \text{ atm.}$$

Ⓐ ($2 \text{ mol}, 1 \text{ atm}, 50 \text{ l}, 298 \text{ K}$)

donc: Ⓑ ($2 \text{ mol}, 2,75 \text{ atm}, 24,2 \text{ l}, 398 \text{ K}$)

Ⓑ (n, P_B, V_B, T_B) $\xrightarrow{\text{T. isobare}}$ Ⓒ (n, P_C, V_C, T_C)

$$P_A = P_C = 2,75 \text{ atm} \quad V_C = ?$$

$$P_c \cdot V_c = n R T_c \quad / \quad T_c = 75^\circ = 348 \text{ K}$$

$$V_c = \frac{n R T_c}{P_c} = 21,15 \text{ l}$$

onc (C) (2 mol, 2,75 atm, 21,15 l, 348 K)

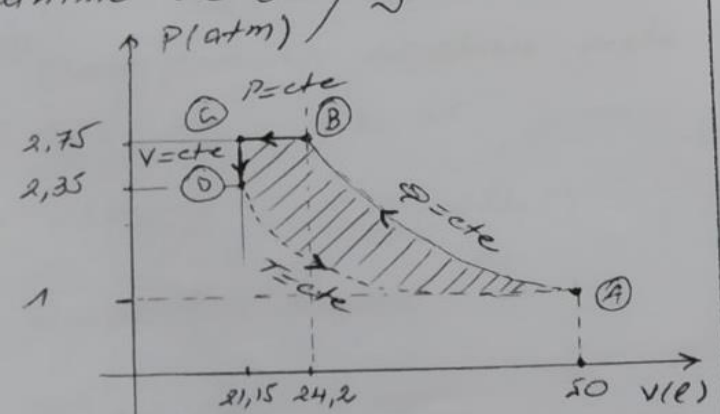
(C) $(n, P_c, V_c, T_c) \xrightarrow{T. \text{ isochore}} \textcircled{D} (n, P_D, V_D, T_D)$

$$V_c = V_D = 21,15 \text{ l}, \quad P_D = ?$$

$$P_D = \frac{n R T_D}{V_D} = 2,35 \text{ atm}$$

lenc (D) (2 mol, 21,15 l, 2,35 atm, 298 K)

Le diagramme de clapeyron (P, V).



- (2 mol, 1 atm, 50 l, 298 K)
- " , 2,75 atm, 24,2 l, 398 K)
- " , 2,75 atm, 21,15 l, 348 K)

(D) (2 mol, 2,35 atm, 21,15 l, 298 K)

2) Calcul de $w, Q, \Delta U$ et ΔH pour chaque transformation

* (a) la T. adiabatique: $Q = \text{cte}$.

$$Q = 0 \Rightarrow \Delta Q = 0 \quad c_p - c_v = R$$

$$\Delta U = \Delta w = n c_v (T_B - T_A) \quad / \quad c_p / c_v = 1,4$$

$$c_p = 29,12 \text{ J/mol.K} \quad c_v = R / (1,4 - 1) = 20,80 \text{ J/mol.K}$$

$$\Delta U = 2 \text{ mol} \cdot 20,80 \text{ J/mol.K} \cdot (398 - 298) \text{ K}$$

$$\Delta U = 4160 \text{ J} = 4,16 \text{ kJ}$$

$$\Delta H = n c_p (T_B - T_A)$$

$$= 2 \text{ mol} \cdot 29,12 \text{ J/mol.K} \cdot (398 - 298) \text{ K}$$

$$\Delta H = 5824 \text{ J} = 5,824 \text{ kJ}$$

Alors: $w_{ad} = \Delta U_{ad} = 4,16 \text{ kJ}$

$$Q_{ad} = 0$$

$$\Delta H_{ad} = 5,824 \text{ kJ}$$

* (b) Transformation isobare: $P = \text{cte}$.

$$w_{BC} = -P(V_C - V_A) = -2,75 \text{ atm} (21,15 - 24,2)$$

$$w_{BC} = 8498 \text{ J} = 8,498 \text{ kJ}$$

$$P_{BC} = \Delta H_{BC} = n c_p (1C - 1B)$$

$$= 2 \text{ mol} \cdot 29,12 \text{ J/mol} \cdot \text{K}^\circ (348 - 298) \text{ K}^\circ$$

$$= \ominus 2912 \text{ J} = \ominus 2,912 \text{ kJ}$$

$$\Delta U = Q_{BC} + W_{BC} = \ominus 2,912 + 0,8498$$

$$\Delta U = -2,0622 \text{ kJ}$$

alors:

$$W_p = \oplus 0,849 \text{ kJ}$$

$$Q_p = \Delta H = \ominus 2,912 \text{ kJ}$$

$$\Delta U = \ominus 2,0622 \text{ kJ}$$

⊖ la Transformation isochore $V = \text{cte}$.

$$W_{CD} = 0, \quad V = \text{cte}, \quad \Delta V = 0$$

$$\Delta U = Q_{CD} = Q_V = n c_V (T_D - T_C)$$

$$= 2 \text{ mol} \cdot 20,8 \text{ J/mol} \cdot \text{K}^\circ \cdot (298 - 348) \text{ K}^\circ$$

$$\Delta U = \ominus 2080 \text{ J} = -2,080 \text{ kJ}$$

$$\Delta H = n c_p (T_D - T_C)$$

$$= 2 \text{ mol} \cdot 29,12 \text{ J/mol} \cdot \text{K}^\circ \cdot (298 - 348) \text{ K}^\circ$$

$$\Delta H = -2912 \text{ J} = \ominus 2,912 \text{ kJ}$$

alors:

$$W_V = 0$$

$$\Delta U = Q_V = -2,080 \text{ kJ}$$

$$\Delta H = -2,912 \text{ kJ}$$

• la Transformation isotherme $T = \text{cte}$.

$$\Delta U = \Delta H = 0 \quad (T = \text{cte}, \quad dT = 0)$$

$$Q_{DA} = -W_{DA} = nRT \ln \frac{V_A}{V_D}$$

$$W_{DA} = -2 \text{ mol} \cdot 8,31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}^\circ \cdot 298 \text{ K}^\circ \ln \frac{50 \text{ l}}{21,15 \text{ l}}$$

$$W_{DA} = -4261,27 \text{ J} = \ominus 4,261 \text{ kJ}$$

$$Q_{DA} = +4,261 \text{ kJ}$$

alors: $\Delta U = \Delta H = 0$

$$W_{DA} = \ominus 4,261 \text{ kJ}$$

$$Q_{DA} = \oplus 4,261 \text{ kJ}$$

T / KJ	AB	BC	CD	DA	cycle
W	$\oplus 4,16$	$\oplus 0,849$	0	$\ominus 4,261$	$\oplus 0,73$
Q	0	$\ominus 2,912$	$\ominus 2,080$	$\oplus 4,261$	$\ominus 0,73$
ΔU	4,16	$\ominus 2,062$	$\ominus 2,080$	0	0
ΔH	5,824	$\ominus 2,912$	$\ominus 2,912$	0	0

EXERCICE N°4

(a) la Détente réversible isotherme.

a) - la température finale du gaz:

$$T_2 = T_1 = 298 \text{ K} \quad \text{Transformation isotherme.}$$

b) la Variation de l'énergie interne ΔU .

$$\Delta U = 0 \quad (T. \text{ isotherme}) \quad T = \text{cte}, \quad dT = 0.$$

c) le Travail $W_{1 \rightarrow 2}$ effectué par le gaz.

$$W_{1 \rightarrow 2} = - \int_{V_1}^{V_2} P_{\text{ext}} dV = - nRT \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$W_{1 \rightarrow 2} = - nRT \ln \frac{V_2}{V_1} = - nRT \ln \frac{P_1}{P_2}$$

$$W_{1 \rightarrow 2} = - 1 \text{ mol} \cdot 8,31 \text{ J/mol} \cdot \text{K} \cdot 298 \text{ K} \cdot \ln \frac{5}{1}$$

$$W_{1 \rightarrow 2} = - 3985,6 \text{ J}$$

d) la Quantité de chaleur Q

$$\Delta U = 0 \Rightarrow Q = -W = +3985,6 \text{ J}$$

$$Q = +3985,6 \text{ J}$$

e) l'enthalpie ΔH

$$H = U + PV \Rightarrow dH = dU + d(PV)$$

$$d(PV) = 0 \quad (\text{isotherme})$$

(b) la Détente isotherme irréversible

a) la Température finale du gaz.

$$T_1 = T_2 = 298 \text{ K}$$

b) la Variation de l'énergie interne ΔU

$$\Delta U = 0 \quad (T = \text{cte}, \quad dT = 0) \quad \text{isotherme}$$

c) le Travail $W_{1 \rightarrow 2}$ effectué par le gaz

$$W_{1 \rightarrow 2} = - P_2 \int_{V_1}^{V_2} dV = - P_2 (V_2 - V_1)$$

$$P_{\text{ext}} \neq P_{\text{int}} \text{ et } P \rightarrow P_{\text{finale}}$$

$$W_{1 \rightarrow 2} = - P_2 \left(\frac{nRT}{P_2} - \frac{nRT}{P_1} \right)$$

$$= - nRT \left(1 - \frac{P_2}{P_1} \right) =$$

$$= - 1 \text{ mole} \cdot 8,31 \text{ J/mol} \cdot \text{K} \cdot 298 \text{ K} \cdot \left(1 - \frac{1}{5} \right)$$

$$= - 1981 \text{ J}$$

$$W_{1 \rightarrow 2} = - 1981 \text{ J}$$

d) la Quantité de chaleur $Q_{1 \rightarrow 2}$

$$Q_{1 \rightarrow 2} = -W_{1 \rightarrow 2} = +1981 \text{ J}$$

e) l'enthalpie ΔH $Q_{1 \rightarrow 2} = +1981 \text{ J}$

$$\Delta H = \Delta U = 0 \quad (T. \text{ isotherme})$$

de Détente adiabatique réversible

Température finale du gaz:

$$dU = n C_V dT = \delta W + \delta Q \quad \text{Car } \delta Q = 0$$

$$n C_V dT = -P dV = -\frac{RT}{V} dV$$

$$C_V dT = -\frac{(C_P - C_V) T dV}{V} \quad \left| \begin{array}{l} C_P - C_V = R \\ C_P / C_V = \gamma \end{array} \right.$$

$$dT/T = (1 - \gamma) dV/V$$

$$T \cdot V^{\gamma-1} = \text{cte}, \quad P \cdot V^\gamma = \text{cte}, \quad T \cdot P^{1-\gamma} = \text{cte}$$

$$\text{Soit } T_2 = T_1 \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{1-\gamma/\gamma} \quad \left| \begin{array}{l} \gamma = 1,4 \\ C_V = 3R/2 \\ C_P = 5R/2 \end{array} \right.$$

$$T_2 = T_1 \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{-0,4} = 156,5 \text{ K}$$

1) la variation de ΔU .

$$\Delta U = n C_V (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \cdot 8,31 (156,5 - 298) \text{ J}$$

$$\Delta U = -1764 \text{ J}$$

$$\delta Q = 0 \Rightarrow \Delta U = \delta W = -1764 \text{ J}$$

$$W_{12} = 1764 \text{ J}$$

2) la variation de ΔH

$$\Delta H = n C_P (T_2 - T_1) = \frac{5}{2} \cdot 8,31 (156,5 - 298) \text{ J}$$

$$\Delta H = -1974 \text{ J}$$

3) Détente adiabatique irréversible

a) la température T finale

$$\delta Q = 0 \Rightarrow dU = \delta W \Rightarrow n C_V dT = -P dV$$

$$n C_V (T_2 - T_1) = -P_2 (V_2 - V_1) = -\frac{1}{2} P_2 R (T_2 / P_2 - T_1 / P_2)$$

$$\Rightarrow T_2 = 203 \text{ K} \quad (\text{Toujours } T_{\text{irév}} > T_1)$$

$$T_{\text{irév}} = 156,5 \text{ K}, \quad T_{\text{irév}} = 203 \text{ K}$$

$$T_{\text{irév}} > T_{\text{irév}}$$

donc b) $\delta Q = 0 \Rightarrow \Delta U = n C_V (T_2 - T_1) = n C_V (203 - 298)$

$$\Delta U = 1 \text{ mole} \cdot \frac{3}{2} \cdot 8,31 \text{ J/mol K} (203 - 298)$$

$$\Delta U = W = -1184 \text{ J}$$

c) $Q_{12} = 0$ ($\delta Q = 0$)

d) l'enthalpie ΔH

$$\Delta H = n C_P (T_2 - T_1)$$

$$\Delta H = 1 \text{ mole} \cdot \frac{5}{2} \cdot 8,31 \text{ J/mol K} (203 - 298)$$

$$\Delta H = -1974 \text{ J}$$

Alors: $W_{12} = -1184 \text{ J}$

$$Q_{12} = 0$$

$$\Delta U = -1184 \text{ J}$$

$$\Delta H = -1974 \text{ J}$$

EXERCICE N°05

1 mol, 1 atm, V_A , 273 K

$$P_A V_A = nRT_A$$

$$V_A = 22,4 \text{ l}$$

1 mol, 2 atm, V_B , 273 K

$$P_B V_B = nRT_B$$

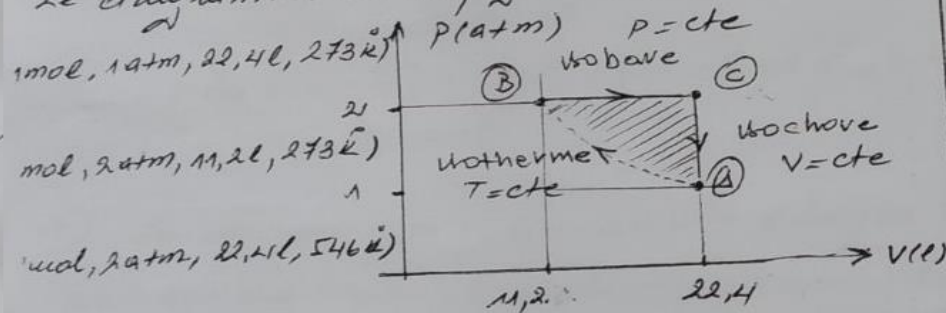
$$V_B = 11,2 \text{ l}$$

1 mol, 2 atm, V_C , 546 K

$$P_C V_C = nRT_C$$

$$V_C = 22,4 \text{ l}$$

Le diagramme de la puyon (P, V).



calcul de w , q , ΔU , ΔH pour chaque transformation :

(a) - Le Travail w_{AB} , w_{BC} , w_{CA} .

(a1) - Transformation isotherme ($T = \text{cte}$)

$$\delta w = -P_{\text{ext}} dV \Rightarrow w_{AB} = -nRT \ln \frac{V_B}{V_A}$$

$$w_{AB} = -1 \text{ mol} \cdot 2 \text{ cal} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 273 \text{ K} \ln \frac{11,2 \text{ l}}{22,4 \text{ l}}$$

$$w_{AB} = +376,74 \text{ cal}$$

(a2) Transformation isobare $P_B = P_C = P_{\text{ext}} = \text{cte}$.

$$w_{BC} = -P(V_C - V_B)$$

$$w_{BC} = -2 \times 1,01325 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot (22,4 - 11,2) \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$w_{BC} = -2,269 \text{ kJ}$$

$$1 \text{ cal} \rightarrow 4,18 \text{ J}$$

$$n \rightarrow 2269 \text{ J}$$

$$w_{BC} = -542,7 \text{ cal}$$

Remarque : $1 \text{ l} \cdot \text{atm} \rightarrow 101,325 \text{ J} / \text{J} = \text{Pa} \cdot \text{m}^3$
 $1 \text{ l} \cdot \text{atm} \rightarrow 24,24 \text{ cal}$

(a3) Transformation isochore

$$V = \text{cte}, dV = 0 \Rightarrow w_{CA} = 0$$

$$\text{donc: } w_{\text{cycle}} = w_{AB} + w_{BC} + w_{CA}$$

$$w_{\text{cycle}} = +376,74 - 542,82 + 0$$

$$w_{\text{cycle}} = -166,08 \text{ cal}$$

La quantité de chaleur Q_{AB} , Q_{BC} , Q_{CA}

$Q_{BC} = 1352,7 \text{ cal}$ (est donnée au Tableau).
(pour une transformation isobare).

$$Q_{BC} = n c_p (T_C - T_B) \Rightarrow c_p = \frac{Q_{BC}}{n \cdot (T_C - T_B)}$$

$$c_p = \frac{1352,7 \text{ cal}}{1 \text{ mol} \cdot (273) \text{ K}} = 4,955 \text{ cal/mol K}$$

$$c_p - c_v = R \Rightarrow c_p - R = c_v = 2,955 \text{ cal/mol K}$$

$Q_{AB} = -W_{AB}$ ($T = \text{cte}$ $\Delta U = 0 \Rightarrow Q_{AB} = -W_{AB}$).

$$Q_{AB} = -376,74 \text{ cal}$$

$$Q_{CA} = \Delta U \quad (W_{CA} = 0 \Rightarrow \Delta U = Q_{CA})$$

$$Q_{CA} = -810 \text{ cal}$$

$$\Delta U = n c_v (T_A - T_C) = 1 \text{ mol} \cdot 2,955 \text{ cal/mol K} \cdot (-273) \text{ K} = -810 \text{ cal}$$

③ Les quantités ΔU , ΔH pour chaque transformation
 $\Delta U = \Delta H = 0$ (transformation isotherme) $A \rightarrow B$.

* pour une transformation isobare.

$$\Delta H = Q_{BC} = 1352,7 \text{ cal}$$

$$\Delta U = Q_{BC} + W_{BC} = 1352,7 - 542,7 = +810$$

• pour la transformation isochore

$$\Delta H = Q_{CA} = n c_v (T_A - T_C) = -810 \text{ cal}$$

$$\Delta H = n c_p (T_A - T_C) = 1 \text{ mol} \cdot 4,955 \text{ cal/mol K} \cdot (-273) \text{ K} = -1352,7 \text{ cal}$$

$$\Delta H = -1352,7 \text{ cal}$$

Q (cal) / Trans	isotherme AB	isobare BC	isochore CA	cycle
W	+376,7	+542,7	0	-16
Q	-376,7	+1352,7	-810	+16
ΔU	0	+810	-810	0
ΔH	0	+1352,7	-1352,7	0

Remarque:

$$\Delta U_{\text{cycl}} = \Delta H_{\text{cycl}} = 0$$

$$Q_{\text{cycle}} = -W_{\text{cycle}}$$

