

TD TH2 - Premier principe, bilan d'énergie

© Jean Lallemand

Lycée des Eucalyptus, Nice

20 mars 2026

1.1

On rappelle l'expression de la capacité thermique à volume constant C_V de n moles de dioxygène de coefficient de LAPLACE γ :

1.1

On rappelle l'expression de la capacité thermique à volume constant C_V de n moles de dioxygène de coefficient de LAPLACE γ :

$$C_V = \frac{nR}{\gamma - 1}$$

1.1

On rappelle l'expression de la capacité thermique à volume constant C_V de n moles de dioxygène de coefficient de LAPLACE γ :

$$C_V = \frac{nR}{\gamma - 1}$$

On en déduit sa capacité thermique **molaire** à volume constant $C_{V,mol}$:

1.1

On rappelle l'expression de la capacité thermique à volume constant C_V de n moles de dioxygène de coefficient de LAPLACE γ :

$$C_V = \frac{nR}{\gamma - 1}$$

On en déduit sa capacité thermique **molaire** à volume constant $C_{V,mol}$:

$$C_{V,mol} = \frac{C_V}{n} = \frac{R}{\gamma - 1} = \frac{8,314}{1,4 - 1} = 20,8 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$$

1.1

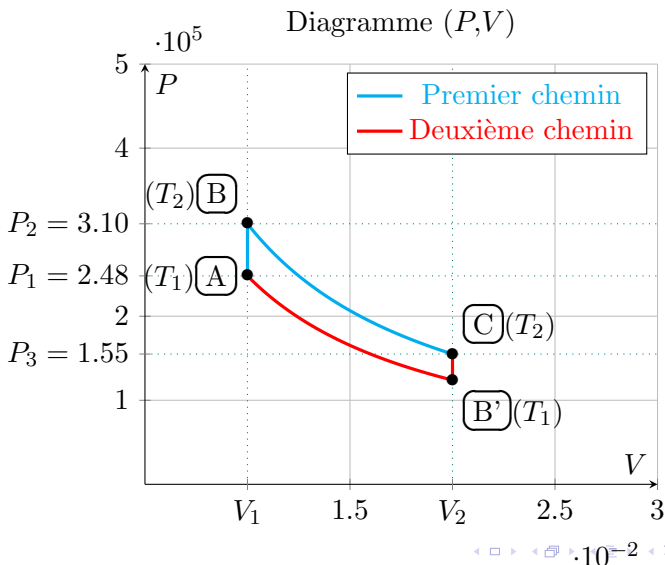
On rappelle l'expression de la capacité thermique à volume constant C_V de n moles de dioxygène de coefficient de LAPLACE γ :

$$C_V = \frac{nR}{\gamma - 1}$$

On en déduit sa capacité thermique **molaire** à volume constant $C_{V,mol}$:

$$C_{V,mol} = \frac{C_V}{n} = \frac{R}{\gamma - 1} = \frac{8,314}{1,4 - 1} = 20,8 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$$

1.2



1.2

◇ Transformation isochore $\boxed{\text{A}}$ $(T_1, V_1) \xrightarrow{\text{isochore}} (T_2, V_1) \boxed{\text{B}}$:

1.2

◇ Transformation isochore $\boxed{\text{A}}$ $(T_1, V_1) \xrightarrow{\text{isochore}} (T_2, V_1) \boxed{\text{B}}$:

Cette transformation étant isochore (à volume constant), on a :

1.2

◇ Transformation isochore $\boxed{\text{A}}$ $(T_1, V_1) \xrightarrow{\text{isochore}} (T_2, V_1) \boxed{\text{B}}$:

Cette transformation étant isochore (à volume constant), on a :

$$W_{AB} = 0 \text{ J}$$

1.2

◇ Transformation isochore $\boxed{\text{A}}$ $(T_1, V_1) \xrightarrow{\text{isochore}} (T_2, V_1) \boxed{\text{B}}$:

Cette transformation étant isochore (à volume constant), on a :

$$W_{AB} = 0 \text{ J}$$

Le premier principe de la thermodynamique indique que :

1.2

◇ Transformation isochore $\boxed{\text{A}}$ $(T_1, V_1) \xrightarrow{\text{isochore}} (T_2, V_1) \boxed{\text{B}}$:

Cette transformation étant isochore (à volume constant), on a :

$$W_{AB} = 0 \text{ J}$$

Le premier principe de la thermodynamique indique que :

$$\Delta_{AB}U = \underbrace{W_{AB}}_0 + Q_{AB}$$

1.2

◇ Transformation isochore $\boxed{\text{A}}$ $(T_1, V_1) \xrightarrow{\text{isochore}} (T_2, V_1) \boxed{\text{B}}$:

Cette transformation étant isochore (à volume constant), on a :

$$W_{AB} = 0 \text{ J}$$

Le premier principe de la thermodynamique indique que :

$$\Delta_{AB}U = \underbrace{W_{AB}}_0 + Q_{AB}$$

$$\Rightarrow Q_{AB} = C_V \Delta_{AB}T = C_V (T_2 - T_1)$$

1.2

◇ Transformation isochore $\boxed{\text{A}} (T_1, V_1) \xrightarrow{\text{isochore}} (T_2, V_1) \boxed{\text{B}} :$

Cette transformation étant isochore (à volume constant), on a :

$$W_{AB} = 0 \text{ J}$$

Le premier principe de la thermodynamique indique que :

$$\Delta_{AB}U = \underbrace{W_{AB}}_0 + Q_{AB}$$

$$\Rightarrow Q_{AB} = C_V \Delta_{AB}T = C_V (T_2 - T_1)$$

$$\Rightarrow Q_{AB} = C_V(T_2 - T_1) = 20,8 \cdot (100 - 25) = 1560 \text{ J}$$

◇ Transformation isotherme $\boxed{\text{B}}$ $(T_2, V_1) \xrightarrow{\text{isotherme}} (T_2, V_2) \boxed{\text{C}}$:

◇ Transformation isotherme $\boxed{\text{B}}$ $(T_2, V_1) \xrightarrow{\text{isotherme}} (T_2, V_2) \boxed{\text{C}}$:

Le travail des forces de pression se calcule sachant que la température T_2 du gaz reste constante :

$$W_{\text{BC}} = - \int_{V_1}^{V_2} P \, dV = - \int_{V_1}^{V_2} \frac{nRT_2}{V} \, dV = -nRT_2 \int_{V_1}^{V_2} \frac{1}{V} \, dV$$

◇ Transformation isotherme $\boxed{\text{B}}$ $(T_2, V_1) \xrightarrow{\text{isotherme}} (T_2, V_2) \boxed{\text{C}}$:

Le travail des forces de pression se calcule sachant que la température T_2 du gaz reste constante :

$$W_{\text{BC}} = - \int_{V_1}^{V_2} P \, dV = - \int_{V_1}^{V_2} \frac{nRT_2}{V} \, dV = -nRT_2 \int_{V_1}^{V_2} \frac{1}{V} \, dV$$

$$W_{\text{BC}} = -nRT_2 \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right) = -1 \cdot 8,314 \cdot (273 + 100) \cdot \ln \left(\frac{20}{10} \right) = -2150 \text{ J}$$

◇ Transformation isotherme $\boxed{\text{B}}$ $(T_2, V_1) \xrightarrow{\text{isotherme}} (T_2, V_2) \boxed{\text{C}}$:

Le travail des forces de pression se calcule sachant que la température T_2 du gaz reste constante :

$$W_{\text{BC}} = - \int_{V_1}^{V_2} P \, dV = - \int_{V_1}^{V_2} \frac{nRT_2}{V} \, dV = -nRT_2 \int_{V_1}^{V_2} \frac{1}{V} \, dV$$

$$W_{\text{BC}} = -nRT_2 \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right) = -1 \cdot 8,314 \cdot (273 + 100) \cdot \ln \left(\frac{20}{10} \right) = -2150 \text{ J}$$

Le premier principe de la thermodynamique indique que :

◇ Transformation isotherme $\boxed{\text{B}}$ $(T_2, V_1) \xrightarrow{\text{isotherme}} (T_2, V_2) \boxed{\text{C}}$:

Le travail des forces de pression se calcule sachant que la température T_2 du gaz reste constante :

$$W_{\text{BC}} = - \int_{V_1}^{V_2} P \, dV = - \int_{V_1}^{V_2} \frac{nRT_2}{V} \, dV = -nRT_2 \int_{V_1}^{V_2} \frac{1}{V} \, dV$$

$$W_{\text{BC}} = -nRT_2 \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right) = -1 \cdot 8,314 \cdot (273 + 100) \cdot \ln \left(\frac{20}{10} \right) = -2150 \text{ J}$$

Le premier principe de la thermodynamique indique que :

$$\underbrace{\Delta_{\text{BC}} U}_0 = W_{\text{BC}} + Q_{\text{BC}} \quad \Rightarrow \quad Q_{\text{BC}} = -W_{\text{BC}} = 2150 \text{ J}$$

◇ Bilan du premier chemin $\boxed{\text{A}} \xrightarrow{\text{isochore}} \boxed{\text{B}} \xrightarrow{\text{isotherme}} \boxed{\text{C}} :$

◇ Bilan du premier chemin $\boxed{\text{A}} \xrightarrow{\text{isochore}} \boxed{\text{B}} \xrightarrow{\text{isotherme}} \boxed{\text{C}}$:
Travail total des forces de pression :

$$W = \underbrace{W_{AB}}_0 + W_{BC} = -2150 \text{ J}$$

◇ Bilan du premier chemin $\boxed{\text{A}} \xrightarrow{\text{isochore}} \boxed{\text{B}} \xrightarrow{\text{isotherme}} \boxed{\text{C}}$:
Travail total des forces de pression :

$$W = \underbrace{W_{AB}}_0 + W_{BC} = -2150 \text{ J}$$

Transfert thermique total algébriquement reçu :

◇ Bilan du premier chemin $\boxed{\text{A}} \xrightarrow{\text{isochore}} \boxed{\text{B}} \xrightarrow{\text{isotherme}} \boxed{\text{C}}$:
Travail total des forces de pression :

$$W = \underbrace{W_{AB}}_0 + W_{BC} = -2150 \text{ J}$$

Transfert thermique total algébriquement reçu :

$$Q = Q_{AB} + Q_{BC} = 1560 + 2150 = 3710 \text{ J}$$

1.3 $\diamond$ Transformation isotherme $\boxed{\text{A}}$ $(T_1, V_1) \xrightarrow{\text{isotherme}} (T_1, V_2) \boxed{\text{B}'}$:

1.3 $\diamond$ Transformation isotherme $\boxed{\text{A}}$ $(T_1, V_1) \xrightarrow{\text{isotherme}} (T_1, V_2) \boxed{\text{B}'}$:

Le travail des forces de pression se calcule sachant que la température T_1 du gaz reste constante :

$$W_{AB'} = - \int_{V_1}^{V_2} P \, dV = - \int_{V_1}^{V_2} \frac{nRT_1}{V} \, dV = -nRT_1 \int_{V_1}^{V_2} \frac{1}{V} \, dV$$

1.3 $\diamond$ Transformation isotherme $\boxed{\text{A}}$ $(T_1, V_1) \xrightarrow{\text{isotherme}} (T_1, V_2) \boxed{\text{B}'}$:

Le travail des forces de pression se calcule sachant que la température T_1 du gaz reste constante :

$$W_{AB'} = - \int_{V_1}^{V_2} P \, dV = - \int_{V_1}^{V_2} \frac{nRT_1}{V} \, dV = -nRT_1 \int_{V_1}^{V_2} \frac{1}{V} \, dV$$

$$W_{AB'} = -nRT_1 \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right) = -1 \cdot 8,314 \cdot (273 + 25) \cdot \ln \left(\frac{20}{10} \right) = -1717 \text{ J}$$

Le premier principe de la thermodynamique indique que :

1.3 $\diamond$ Transformation isotherme $\boxed{\text{A}}$ $(T_1, V_1) \xrightarrow{\text{isotherme}} (T_1, V_2) \boxed{\text{B}'}$:

Le travail des forces de pression se calcule sachant que la température T_1 du gaz reste constante :

$$W_{AB'} = - \int_{V_1}^{V_2} P \, dV = - \int_{V_1}^{V_2} \frac{nRT_1}{V} \, dV = -nRT_1 \int_{V_1}^{V_2} \frac{1}{V} \, dV$$

$$W_{AB'} = -nRT_1 \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right) = -1 \cdot 8,314 \cdot (273 + 25) \cdot \ln \left(\frac{20}{10} \right) = -1717 \text{ J}$$

Le premier principe de la thermodynamique indique que :

$$\underbrace{\Delta_{AB'} U}_0 = W_{AB'} + Q_{AB'}$$

1.3 $\diamond$ Transformation isotherme $\boxed{\text{A}}$ $(T_1, V_1) \xrightarrow{\text{isotherme}} (T_1, V_2) \boxed{\text{B}'}$:

Le travail des forces de pression se calcule sachant que la température T_1 du gaz reste constante :

$$W_{AB'} = - \int_{V_1}^{V_2} P \, dV = - \int_{V_1}^{V_2} \frac{nRT_1}{V} \, dV = -nRT_1 \int_{V_1}^{V_2} \frac{1}{V} \, dV$$

$$W_{AB'} = -nRT_1 \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right) = -1 \cdot 8,314 \cdot (273 + 25) \cdot \ln \left(\frac{20}{10} \right) = -1717 \text{ J}$$

Le premier principe de la thermodynamique indique que :

$$\underbrace{\Delta_{AB'} U}_0 = W_{AB'} + Q_{AB'}$$

$$\Rightarrow Q_{AB'} = -W_{AB'} = 1717 \text{ J}$$

◇ Transformation isochore $\boxed{\text{B}'}$ $(T_1, V_2) \xrightarrow{\text{isochore}} (T_2, V_2) \boxed{\text{C}}$:

◇ Transformation isochore $\boxed{\text{B}'}$ $(T_1, V_2) \xrightarrow{\text{isochore}} (T_2, V_2) \boxed{\text{C}}$:

Cette transformation étant isochore (à volume constant), on a :

◇ Transformation isochore $\boxed{\text{B}'}$ $(T_1, V_2) \xrightarrow{\text{isochore}} (T_2, V_2) \boxed{\text{C}}$:

Cette transformation étant isochore (à volume constant), on a :

$$W_{\text{B}'\text{C}} = 0 \text{ J}$$

◇ Transformation isochore $\boxed{\text{B}'}$ $(T_1, V_2) \xrightarrow{\text{isochore}} (T_2, V_2) \boxed{\text{C}}$:

Cette transformation étant isochore (à volume constant), on a :

$$W_{\text{B}'\text{C}} = 0 \text{ J}$$

Le premier principe de la thermodynamique indique que :

◇ Transformation isochore $\boxed{\text{B}'}$ $(T_1, V_2) \xrightarrow{\text{isochore}} (T_2, V_2) \boxed{\text{C}}$:

Cette transformation étant isochore (à volume constant), on a :

$$W_{\text{B}'\text{C}} = 0 \text{ J}$$

Le premier principe de la thermodynamique indique que :

$$\Delta_{\text{B}'\text{C}}U = \underbrace{W_{\text{B}'\text{C}}}_0 + Q_{\text{B}'\text{C}} \Rightarrow Q_{\text{B}'\text{C}} = C_V \Delta_{\text{B}'\text{C}}T = C_V(T_2 - T_1)$$

◇ Transformation isochore $\boxed{\text{B}'}$ $(T_1, V_2) \xrightarrow{\text{isochore}} (T_2, V_2) \boxed{\text{C}}$:

Cette transformation étant isochore (à volume constant), on a :

$$W_{\text{B}'\text{C}} = 0 \text{ J}$$

Le premier principe de la thermodynamique indique que :

$$\Delta_{\text{B}'\text{C}}U = \underbrace{W_{\text{B}'\text{C}}}_0 + Q_{\text{B}'\text{C}} \Rightarrow Q_{\text{B}'\text{C}} = C_V \Delta_{\text{B}'\text{C}}T = C_V(T_2 - T_1)$$

$$\Rightarrow Q_{\text{B}'\text{C}} = C_V(T_2 - T_1) = 20,8 \cdot (100 - 25) = 1560 \text{ J}$$

◇ Bilan du deuxième chemin $\boxed{\text{A}} \xrightarrow{\text{isotherme}} \boxed{\text{B}'} \xrightarrow{\text{isochore}} \boxed{\text{C}}$:

◇ Bilan du deuxième chemin $\boxed{\text{A}} \xrightarrow{\text{isotherme}} \boxed{\text{B}'} \xrightarrow{\text{isochore}} \boxed{\text{C}}$:
Travail total des forces de pression :

$$W' = W_{\text{AB}'} + \underbrace{W_{\text{B}'\text{C}}}_{0} = -1717 \text{ J}$$

◇ Bilan du deuxième chemin $\boxed{\text{A}} \xrightarrow{\text{isotherme}} \boxed{\text{B}'} \xrightarrow{\text{isochore}} \boxed{\text{C}}$:
Travail total des forces de pression :

$$W' = W_{\text{AB}'} + \underbrace{W_{\text{B}'\text{C}}}_0 = -1717 \text{ J}$$

Transfert thermique total algébriquement reçu :

◇ Bilan du deuxième chemin $\boxed{\text{A}} \xrightarrow{\text{isotherme}} \boxed{\text{B}'} \xrightarrow{\text{isochore}} \boxed{\text{C}}$:
 Travail total des forces de pression :

$$W' = W_{AB'} + \underbrace{W_{B'C}}_0 = -1717 \text{ J}$$

Transfert thermique total algébriquement reçu :

$$Q' = Q_{AB'} + Q_{B'C} = 1717 + 1560 = 3277 \text{ J}$$

1.4 $\diamond$ Bilan du premier chemin $\boxed{\text{A}} \xrightarrow{\text{isochore}} \boxed{\text{B}} \xrightarrow{\text{isotherme}} \boxed{\text{C}} :$

1.4 $\diamond$ Bilan du premier chemin $\boxed{\text{A}} \xrightarrow{\text{isochore}} \boxed{\text{B}} \xrightarrow{\text{isotherme}} \boxed{\text{C}} :$

$$\Delta_{\text{AC}}U = W + Q = -2150 + 3710 = 1560 \text{ J}$$

1.4 ◇ Bilan du premier chemin $\boxed{\text{A}} \xrightarrow{\text{isochore}} \boxed{\text{B}} \xrightarrow{\text{isotherme}} \boxed{\text{C}}$:

$$\Delta_{\text{AC}}U = W + Q = -2150 + 3710 = 1560 \text{ J}$$

◇ Bilan du deuxième chemin $\boxed{\text{A}} \xrightarrow{\text{isotherme}} \boxed{\text{B}'} \xrightarrow{\text{isochore}} \boxed{\text{C}}$:

1.4 ◇ Bilan du premier chemin $\boxed{\text{A}} \xrightarrow{\text{isochore}} \boxed{\text{B}} \xrightarrow{\text{isotherme}} \boxed{\text{C}}$:

$$\Delta_{\text{AC}}U = W + Q = -2150 + 3710 = 1560 \text{ J}$$

◇ Bilan du deuxième chemin $\boxed{\text{A}} \xrightarrow{\text{isotherme}} \boxed{\text{B}'} \xrightarrow{\text{isochore}} \boxed{\text{C}}$:

$$\Delta_{\text{AC}}U = W' + Q' = -1717 + 3277 = 1560 \text{ J}$$

1.4 $\diamond$ Bilan du premier chemin $\boxed{\text{A}} \xrightarrow{\text{isochore}} \boxed{\text{B}} \xrightarrow{\text{isotherme}} \boxed{\text{C}}$:

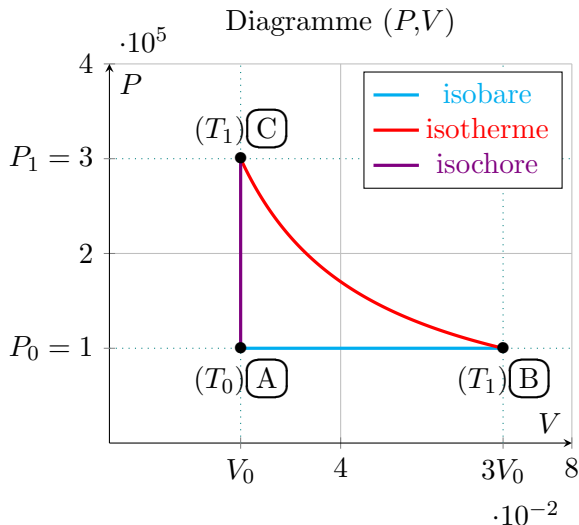
$$\Delta_{\text{AC}}U = W + Q = -2150 + 3710 = 1560 \text{ J}$$

$\diamond$ Bilan du deuxième chemin $\boxed{\text{A}} \xrightarrow{\text{isotherme}} \boxed{\text{B}'} \xrightarrow{\text{isochore}} \boxed{\text{C}}$:

$$\Delta_{\text{AC}}U = W' + Q' = -1717 + 3277 = 1560 \text{ J}$$

On remarque que la variation de U , fonction d'état, ne dépend que de l'état final et de l'état initial, alors que W et Q dépendent du chemin de transformation suivi.

2.1



2.2 L'équation des gaz parfaits appliquée à chaque état donne :

$$\text{état A : } P_0 V_0 = nRT_0 \quad (1)$$

$$\text{état B : } P_0 \cdot 3V_0 = nRT_1 \quad (2)$$

$$\text{état C : } P_1 V_0 = nRT_1 \quad (3)$$

2.2 L'équation des gaz parfaits appliquée à chaque état donne :

$$\text{état A : } P_0 V_0 = nRT_0 \quad (1)$$

$$\text{état B : } P_0 \cdot 3V_0 = nRT_1 \quad (2)$$

$$\text{état C : } P_1 V_0 = nRT_1 \quad (3)$$

Puis (2)/(1) donne :

2.2 L'équation des gaz parfaits appliquée à chaque état donne :

$$\text{état A : } P_0 V_0 = nRT_0 \quad (1)$$

$$\text{état B : } P_0 \cdot 3V_0 = nRT_1 \quad (2)$$

$$\text{état C : } P_1 V_0 = nRT_1 \quad (3)$$

Puis (2)/(1) donne :

$$T_1 = 3T_0 = 819 \text{ K}$$

2.2 L'équation des gaz parfaits appliquée à chaque état donne :

$$\text{état A : } P_0 V_0 = nRT_0 \quad (1)$$

$$\text{état B : } P_0 \cdot 3V_0 = nRT_1 \quad (2)$$

$$\text{état C : } P_1 V_0 = nRT_1 \quad (3)$$

Puis (2)/(1) donne :

$$T_1 = 3T_0 = 819 \text{ K}$$

et (3)/(2) donne :

2.2 L'équation des gaz parfaits appliquée à chaque état donne :

$$\text{état A : } P_0 V_0 = nRT_0 \quad (1)$$

$$\text{état B : } P_0 \cdot 3V_0 = nRT_1 \quad (2)$$

$$\text{état C : } P_1 V_0 = nRT_1 \quad (3)$$

Puis (2)/(1) donne :

$$T_1 = 3T_0 = 819 \text{ K}$$

et (3)/(2) donne :

$$P_1 = 3P_0 = 3 \text{ bar}$$

2.2 L'équation des gaz parfaits appliquée à chaque état donne :

$$\text{état A : } P_0 V_0 = nRT_0 \quad (1)$$

$$\text{état B : } P_0 \cdot 3V_0 = nRT_1 \quad (2)$$

$$\text{état C : } P_1 V_0 = nRT_1 \quad (3)$$

Puis (2)/(1) donne :

$$T_1 = 3T_0 = 819 \text{ K}$$

et (3)/(2) donne :

$$P_1 = 3P_0 = 3 \text{ bar}$$

On calcule C_V et C_P , sachant que $n = 1$ et $\gamma = 1,4$:

2.2 L'équation des gaz parfaits appliquée à chaque état donne :

$$\text{état A : } P_0 V_0 = nRT_0 \quad (1)$$

$$\text{état B : } P_0 \cdot 3V_0 = nRT_1 \quad (2)$$

$$\text{état C : } P_1 V_0 = nRT_1 \quad (3)$$

Puis (2)/(1) donne :

$$T_1 = 3T_0 = 819 \text{ K}$$

et (3)/(2) donne :

$$P_1 = 3P_0 = 3 \text{ bar}$$

On calcule C_V et C_P , sachant que $n = 1$ et $\gamma = 1,4$:

$$C_V = \frac{nR}{\gamma - 1} = 20,8 \text{ J.K}^{-1} \quad \text{et} \quad C_P = \frac{nR\gamma}{\gamma - 1} = 29,1 \text{ J.K}^{-1}$$

◇ Transformation isobare $\boxed{\text{A}}(P_0, T_0, V_0) \xrightarrow{\text{isobare}} (P_0, T_1, 3V_0)\boxed{\text{B}}$:

◇ Transformation isobare $\boxed{\text{A}}(P_0, T_0, V_0) \xrightarrow{\text{isobare}} (P_0, T_1, 3V_0)\boxed{\text{B}}$:

Variation d'énergie interne :

◇ Transformation isobare $\boxed{\text{A}}(P_0, T_0, V_0) \xrightarrow{\text{isobare}} (P_0, T_1, 3V_0)\boxed{\text{B}}$:

Variation d'énergie interne :

$$\Delta_{AB}U = C_V \cdot \Delta_{AB}T = C_V(T_1 - T_0) = 20,8 \cdot (819 - 273) = 11,4 \text{ kJ}$$

◇ Transformation isobare $\boxed{\text{A}}(P_0, T_0, V_0) \xrightarrow{\text{isobare}} (P_0, T_1, 3V_0)\boxed{\text{B}}$:

Variation d'énergie interne :

$$\Delta_{AB}U = C_V \cdot \Delta_{AB}T = C_V(T_1 - T_0) = 20,8 \cdot (819 - 273) = 11,4 \text{ kJ}$$

Travail des forces extérieures de pression :

◇ Transformation isobare $\boxed{\text{A}}(P_0, T_0, V_0) \xrightarrow{\text{isobare}} (P_0, T_1, 3V_0)\boxed{\text{B}}$:

Variation d'énergie interne :

$$\Delta_{AB}U = C_V \cdot \Delta_{AB}T = C_V(T_1 - T_0) = 20,8 \cdot (819 - 273) = 11,4 \text{ kJ}$$

Travail des forces extérieures de pression :

$$W_{AB} = -P_0 \cdot \Delta_{AB}V = -P_0 \cdot (2V_0) = -2nRT_0 = -4,54 \text{ kJ}$$

◇ Transformation isobare $\boxed{\text{A}}(P_0, T_0, V_0) \xrightarrow{\text{isobare}} (P_0, T_1, 3V_0)\boxed{\text{B}}$:

Variation d'énergie interne :

$$\Delta_{AB}U = C_V \cdot \Delta_{AB}T = C_V(T_1 - T_0) = 20,8 \cdot (819 - 273) = 11,4 \text{ kJ}$$

Travail des forces extérieures de pression :

$$W_{AB} = -P_0 \cdot \Delta_{AB}V = -P_0 \cdot (2V_0) = -2nRT_0 = -4,54 \text{ kJ}$$

Variation d'enthalpie et transfert thermique :

◇ Transformation isobare $\boxed{\text{A}}(P_0, T_0, V_0) \xrightarrow{\text{isobare}} (P_0, T_1, 3V_0)\boxed{\text{B}}$:
Variation d'énergie interne :

$$\Delta_{AB}U = C_V \cdot \Delta_{AB}T = C_V(T_1 - T_0) = 20,8 \cdot (819 - 273) = 11,4 \text{ kJ}$$

Travail des forces extérieures de pression :

$$W_{AB} = -P_0 \cdot \Delta_{AB}V = -P_0 \cdot (2V_0) = -2nRT_0 = -4,54 \text{ kJ}$$

Variation d'enthalpie et transfert thermique :

$$Q_{AB} = \Delta_{AB}H = C_P \cdot \Delta_{AB}T = C_P(T_1 - T_0) = 21,9 \cdot (819 - 273) = 15,9 \text{ kJ}$$

◇ Transformation isotherme $\boxed{\text{B}}(P_0, T_1, 3V_0) \xrightarrow{\text{isotherme}} (P_1, T_1, V_0)\boxed{\text{C}} :$

◇ Transformation isotherme $\boxed{\text{B}}(P_0, T_1, 3V_0) \xrightarrow{\text{isotherme}} (P_1, T_1, V_0)\boxed{\text{C}} :$

Travail des forces extérieures de pression :

◇ Transformation isotherme $\boxed{\text{B}}(P_0, T_1, 3V_0) \xrightarrow{\text{isotherme}} (P_1, T_1, V_0)\boxed{\text{C}}$:

Travail des forces extérieures de pression :

$$W_{\text{BC}} = -nRT_1 \ln \left(\frac{V_0}{3V_0} \right) = 7,48 \text{ kJ}$$

Variation d'énergie interne et variation d'enthalpie :

◇ Transformation isotherme $\boxed{\text{B}}(P_0, T_1, 3V_0) \xrightarrow{\text{isotherme}} (P_1, T_1, V_0)\boxed{\text{C}}$:
Travail des forces extérieures de pression :

$$W_{\text{BC}} = -nRT_1 \ln \left(\frac{V_0}{3V_0} \right) = 7,48 \text{ kJ}$$

Variation d'énergie interne et variation d'enthalpie :

$$\Delta_{\text{BC}}U = C_V \cdot \Delta_{\text{BC}}T = 0 \text{ kJ} \quad \text{et} \quad \Delta_{\text{BC}}H = C_P \cdot \Delta_{\text{BC}}T = 0 \text{ kJ}$$

◇ Transformation isotherme $\boxed{\text{B}}(P_0, T_1, 3V_0) \xrightarrow{\text{isotherme}} (P_1, T_1, V_0)\boxed{\text{C}}$:
Travail des forces extérieures de pression :

$$W_{\text{BC}} = -nRT_1 \ln \left(\frac{V_0}{3V_0} \right) = 7,48 \text{ kJ}$$

Variation d'énergie interne et variation d'enthalpie :

$$\Delta_{\text{BC}}U = C_V \cdot \Delta_{\text{BC}}T = 0 \text{ kJ} \quad \text{et} \quad \Delta_{\text{BC}}H = C_P \cdot \Delta_{\text{BC}}T = 0 \text{ kJ}$$

Le transfert thermique s'obtient grâce au premier principe :

◇ Transformation isotherme $\boxed{\text{B}}(P_0, T_1, 3V_0) \xrightarrow{\text{isotherme}} (P_1, T_1, V_0)\boxed{\text{C}}$:
 Travail des forces extérieures de pression :

$$W_{\text{BC}} = -nRT_1 \ln \left(\frac{V_0}{3V_0} \right) = 7,48 \text{ kJ}$$

Variation d'énergie interne et variation d'enthalpie :

$$\Delta_{\text{BC}}U = C_V \cdot \Delta_{\text{BC}}T = 0 \text{ kJ} \quad \text{et} \quad \Delta_{\text{BC}}H = C_P \cdot \Delta_{\text{BC}}T = 0 \text{ kJ}$$

Le transfert thermique s'obtient grâce au premier principe :

$$Q_{\text{BC}} = -W_{\text{BC}} = -7,48 \text{ kJ}$$

◇ Transformation isochore $\boxed{\text{C}}$ $(P_1, T_1, V_0) \xrightarrow{\text{isochore}} (P_0, T_0, V_0) \boxed{\text{A}}$:

◇ Transformation isochore $\boxed{\text{C}}$ $(P_1, T_1, V_0) \xrightarrow{\text{isochore}} (P_0, T_0, V_0) \boxed{\text{A}}$:

Travail des forces extérieures de pression :

◇ Transformation isochore $\boxed{\text{C}}(P_1, T_1, V_0) \xrightarrow{\text{isochore}} (P_0, T_0, V_0) \boxed{\text{A}}$:

Travail des forces extérieures de pression :

$$W_{\text{CA}} = 0 \text{ kJ}$$

Variation d'énergie interne :

◇ Transformation isochore $\boxed{\text{C}}(P_1, T_1, V_0) \xrightarrow{\text{isochore}} (P_0, T_0, V_0) \boxed{\text{A}}$:

Travail des forces extérieures de pression :

$$W_{\text{CA}} = 0 \text{ kJ}$$

Variation d'énergie interne :

$$\Delta_{\text{CA}} U = C_V \cdot (T_0 - T_1) = -11,4 \text{ kJ}$$

◇ Transformation isochore $\boxed{\text{C}}(P_1, T_1, V_0) \xrightarrow{\text{isochore}} (P_0, T_0, V_0) \boxed{\text{A}}$:

Travail des forces extérieures de pression :

$$W_{\text{CA}} = 0 \text{ kJ}$$

Variation d'énergie interne :

$$\Delta_{\text{CA}} U = C_V \cdot (T_0 - T_1) = -11,4 \text{ kJ}$$

Variation d'enthalpie :

◇ Transformation isochore $\boxed{\text{C}}(P_1, T_1, V_0) \xrightarrow{\text{isochore}} (P_0, T_0, V_0) \boxed{\text{A}}$:

Travail des forces extérieures de pression :

$$W_{\text{CA}} = 0 \text{ kJ}$$

Variation d'énergie interne :

$$\Delta_{\text{CA}} U = C_V \cdot (T_0 - T_1) = -11,4 \text{ kJ}$$

Variation d'enthalpie :

$$\Delta_{\text{CA}} H = C_P \cdot (T_0 - T_1) = -15,9 \text{ kJ}$$

◇ Transformation isochore $\boxed{\text{C}}(P_1, T_1, V_0) \xrightarrow{\text{isochore}} (P_0, T_0, V_0) \boxed{\text{A}}$:

Travail des forces extérieures de pression :

$$W_{\text{CA}} = 0 \text{ kJ}$$

Variation d'énergie interne :

$$\Delta_{\text{CA}} U = C_V \cdot (T_0 - T_1) = -11,4 \text{ kJ}$$

Variation d'enthalpie :

$$\Delta_{\text{CA}} H = C_P \cdot (T_0 - T_1) = -15,9 \text{ kJ}$$

Le transfert thermique s'obtient grâce au premier principe :

◇ Transformation isochore $\boxed{\text{C}}(P_1, T_1, V_0) \xrightarrow{\text{isochore}} (P_0, T_0, V_0)\boxed{\text{A}}$:

Travail des forces extérieures de pression :

$$W_{\text{CA}} = 0 \text{ kJ}$$

Variation d'énergie interne :

$$\Delta_{\text{CA}}U = C_V \cdot (T_0 - T_1) = -11,4 \text{ kJ}$$

Variation d'enthalpie :

$$\Delta_{\text{CA}}H = C_P \cdot (T_0 - T_1) = -15,9 \text{ kJ}$$

Le transfert thermique s'obtient grâce au premier principe :

$$Q_{\text{CA}} = \Delta_{\text{CA}}U - \underbrace{W_{\text{CA}}}_0 = -11,4 \text{ kJ}$$

2.3 Transfert thermique au cours du cycle complet (avec des arrondis à la même décimale) :

$$Q_{\text{tot}} = Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CA} = 15,9 - 7,5 - 11,4 = -3,0 \text{ kJ}$$

2.3 Transfert thermique au cours du cycle complet (avec des arrondis à la même décimale) :

$$Q_{\text{tot}} = Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CA} = 15,9 - 7,5 - 11,4 = -3,0 \text{ kJ}$$

Travail au cours du cycle complet (avec des arrondis à la même décimale) :

2.3 Transfert thermique au cours du cycle complet (avec des arrondis à la même décimale) :

$$Q_{\text{tot}} = Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CA} = 15,9 - 7,5 - 11,4 = -3,0 \text{ kJ}$$

Travail au cours du cycle complet (avec des arrondis à la même décimale) :

$$W_{\text{tot}} = W_{AB} + W_{BC} + W_{CA} = -4,5 + 7,5 + 0 = 3,0 \text{ kJ}$$

2.3 Transfert thermique au cours du cycle complet (avec des arrondis à la même décimale) :

$$Q_{\text{tot}} = Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CA} = 15,9 - 7,5 - 11,4 = -3,0 \text{ kJ}$$

Travail au cours du cycle complet (avec des arrondis à la même décimale) :

$$W_{\text{tot}} = W_{AB} + W_{BC} + W_{CA} = -4,5 + 7,5 + 0 = 3,0 \text{ kJ}$$

Variation d'énergie interne au cours du cycle complet :

2.3 Transfert thermique au cours du cycle complet (avec des arrondis à la même décimale) :

$$Q_{\text{tot}} = Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CA} = 15,9 - 7,5 - 11,4 = -3,0 \text{ kJ}$$

Travail au cours du cycle complet (avec des arrondis à la même décimale) :

$$W_{\text{tot}} = W_{AB} + W_{BC} + W_{CA} = -4,5 + 7,5 + 0 = 3,0 \text{ kJ}$$

Variation d'énergie interne au cours du cycle complet :

$$\Delta_{\text{tot}} U = W_{\text{tot}} + Q_{\text{tot}} = 0 \text{ kJ}$$

2.3 Transfert thermique au cours du cycle complet (avec des arrondis à la même décimale) :

$$Q_{\text{tot}} = Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CA} = 15,9 - 7,5 - 11,4 = -3,0 \text{ kJ}$$

Travail au cours du cycle complet (avec des arrondis à la même décimale) :

$$W_{\text{tot}} = W_{AB} + W_{BC} + W_{CA} = -4,5 + 7,5 + 0 = 3,0 \text{ kJ}$$

Variation d'énergie interne au cours du cycle complet :

$$\Delta_{\text{tot}} U = W_{\text{tot}} + Q_{\text{tot}} = 0 \text{ kJ}$$

Variation d'enthalpie :

2.3 Transfert thermique au cours du cycle complet (avec des arrondis à la même décimale) :

$$Q_{\text{tot}} = Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CA} = 15,9 - 7,5 - 11,4 = -3,0 \text{ kJ}$$

Travail au cours du cycle complet (avec des arrondis à la même décimale) :

$$W_{\text{tot}} = W_{AB} + W_{BC} + W_{CA} = -4,5 + 7,5 + 0 = 3,0 \text{ kJ}$$

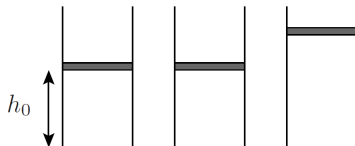
Variation d'énergie interne au cours du cycle complet :

$$\Delta_{\text{tot}} U = W_{\text{tot}} + Q_{\text{tot}} = 0 \text{ kJ}$$

Variation d'enthalpie :

$$\Delta_{\text{tot}} H = 0 \text{ kJ}$$

On enferme $n = 0,1$ mol d'azote, de coefficient $\gamma = 1,4$, dans un cylindre thermostaté à $\theta_0 = 27^\circ\text{C}$, fermé par un piston mobile sans frottement de section $S = 100\text{ cm}^2$. La pression atmosphérique est $P_0 = 1\text{ bar}$. On néglige la force pressante due au poids du piston devant la force pressante atmosphérique.



3.1 La loi des gaz parfait appliquée au gaz du cylindre à l'état initial donne :

3.1 La loi des gaz parfait appliquée au gaz du cylindre à l'état initial donne :

$$P_0 V_0 = nRT_0 \quad \Leftrightarrow \quad V_0 = \frac{0,1 \cdot 8,314 \cdot (273 + 27)}{10^5} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

3.1 La loi des gaz parfait appliquée au gaz du cylindre à l'état initial donne :

$$P_0 V_0 = n R T_0 \quad \Leftrightarrow \quad V_0 = \frac{0,1 \cdot 8,314 \cdot (273 + 27)}{10^5} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

On en déduit :

$$h_0 = \frac{V_0}{S} = \frac{2,5 \cdot 10^{-3}}{10^{-2}} = 0,25 \text{ m}$$

3.1 La loi des gaz parfait appliquée au gaz du cylindre à l'état initial donne :

$$P_0 V_0 = nRT_0 \quad \Leftrightarrow \quad V_0 = \frac{0,1 \cdot 8,314 \cdot (273 + 27)}{10^5} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

On en déduit :

$$h_0 = \frac{V_0}{S} = \frac{2,5 \cdot 10^{-3}}{10^{-2}} = 0,25 \text{ m}$$

3.2 La transformation décrite est isochore puisque le volume du gaz est maintenu constant.

3.2 La transformation décrite est isochore puisque le volume du gaz est maintenu constant.

On rappelle l'expression de la capacité thermique à volume constant C_V de $n = 0,1$ moles de diazote de coefficient de LAPLACE $\gamma = 1,4$:

3.2 La transformation décrite est isochore puisque le volume du gaz est maintenu constant.

On rappelle l'expression de la capacité thermique à volume constant C_V de $n = 0,1$ moles de diazote de coefficient de LAPLACE $\gamma = 1,4$:

$$C_V = \frac{nR}{\gamma - 1} = \frac{0,1 \cdot 8,314}{1,4 - 1} = 2,1 \text{ J.K}^{-1}$$

3.2 La transformation décrite est isochore puisque le volume du gaz est maintenu constant.

On rappelle l'expression de la capacité thermique à volume constant C_V de $n = 0,1$ moles de de diazote de coefficient de LAPLACE $\gamma = 1,4$:

$$C_V = \frac{nR}{\gamma - 1} = \frac{0,1 \cdot 8,314}{1,4 - 1} = 2,1 \text{ J.K}^{-1}$$

Travail des forces extérieures de pression :

3.2 La transformation décrite est isochore puisque le volume du gaz est maintenu constant.

On rappelle l'expression de la capacité thermique à volume constant C_V de $n = 0,1$ moles de diazote de coefficient de LAPLACE $\gamma = 1,4$:

$$C_V = \frac{nR}{\gamma - 1} = \frac{0,1 \cdot 8,314}{1,4 - 1} = 2,1 \text{ J.K}^{-1}$$

Travail des forces extérieures de pression :

$$W = 0 \text{ J}$$

Variation d'énergie interne :

3.2 La transformation décrite est isochore puisque le volume du gaz est maintenu constant.

On rappelle l'expression de la capacité thermique à volume constant C_V de $n = 0,1$ moles de de diazote de coefficient de LAPLACE $\gamma = 1,4$:

$$C_V = \frac{nR}{\gamma - 1} = \frac{0,1 \cdot 8,314}{1,4 - 1} = 2,1 \text{ J.K}^{-1}$$

Travail des forces extérieures de pression :

$$W = 0 \text{ J}$$

Variation d'énergie interne :

$$\Delta U = C_V \cdot (T_1 - T_0) = 48 \text{ J}$$

3.2 La transformation décrite est isochore puisque le volume du gaz est maintenu constant.

On rappelle l'expression de la capacité thermique à volume constant C_V de $n = 0,1$ moles de de diazote de coefficient de LAPLACE $\gamma = 1,4$:

$$C_V = \frac{nR}{\gamma - 1} = \frac{0,1 \cdot 8,314}{1,4 - 1} = 2,1 \text{ J.K}^{-1}$$

Travail des forces extérieures de pression :

$$W = 0 \text{ J}$$

Variation d'énergie interne :

$$\Delta U = C_V \cdot (T_1 - T_0) = 48 \text{ J}$$

Le transfert thermique s'obtient grâce au premier principe :

3.2 La transformation décrite est isochore puisque le volume du gaz est maintenu constant.

On rappelle l'expression de la capacité thermique à volume constant C_V de $n = 0,1$ moles de diazote de coefficient de LAPLACE $\gamma = 1,4$:

$$C_V = \frac{nR}{\gamma - 1} = \frac{0,1 \cdot 8,314}{1,4 - 1} = 2,1 \text{ J.K}^{-1}$$

Travail des forces extérieures de pression :

$$W = 0 \text{ J}$$

Variation d'énergie interne :

$$\Delta U = C_V \cdot (T_1 - T_0) = 48 \text{ J}$$

Le transfert thermique s'obtient grâce au premier principe :

$$Q = \Delta U - \underbrace{W}_0 = 48 \text{ J}$$

3.3 La transformation décrite est isobare car la pression extérieure est constante ($P_{\text{ext}} = P_0 = \text{cst}$) et le chauffage du gaz va induire un mouvement lent du piston ($P = P_{\text{ext}} = P_0 = \text{cst}$) :

3.3 La transformation décrite est isobare car la pression extérieure est constante ($P_{\text{ext}} = P_0 = \text{cst}$) et le chauffage du gaz va induire un mouvement lent du piston ($P = P_{\text{ext}} = P_0 = \text{cst}$) :

On rappelle l'expression de la capacité thermique à pression constante C_P de $n = 0,1$ moles de diazote de coefficient de LAPLACE $\gamma = 1,4$:

3.3 La transformation décrite est isobare car la pression extérieure est constante ($P_{\text{ext}} = P_0 = \text{cst}$) et le chauffage du gaz va induire un mouvement lent du piston ($P = P_{\text{ext}} = P_0 = \text{cst}$) :

On rappelle l'expression de la capacité thermique à pression constante C_P de $n = 0,1$ moles de diazote de coefficient de LAPLACE $\gamma = 1,4$:

$$C_P = \frac{nR\gamma}{\gamma - 1} = \frac{0,1 \cdot 8,314 \cdot 1,4}{1,4 - 1} = 2,9 \text{ J.K}^{-1}$$

3.3 La transformation décrite est isobare car la pression extérieure est constante ($P_{\text{ext}} = P_0 = \text{cst}$) et le chauffage du gaz va induire un mouvement lent du piston ($P = P_{\text{ext}} = P_0 = \text{cst}$) :

On rappelle l'expression de la capacité thermique à pression constante C_P de $n = 0,1$ moles de diazote de coefficient de LAPLACE $\gamma = 1,4$:

$$C_P = \frac{nR\gamma}{\gamma - 1} = \frac{0,1 \cdot 8,314 \cdot 1,4}{1,4 - 1} = 2,9 \text{ J.K}^{-1}$$

L'équation des gaz parfaits appliquée à chaque état donne :

$$\text{état initial : } P_0 V_0 = nRT_0 \quad (4)$$

$$\text{état final : } P_0 V_1 = nRT_1 \quad (5)$$

3.3 La transformation décrite est isobare car la pression extérieure est constante ($P_{\text{ext}} = P_0 = \text{cst}$) et le chauffage du gaz va induire un mouvement lent du piston ($P = P_{\text{ext}} = P_0 = \text{cst}$) :

On rappelle l'expression de la capacité thermique à pression constante C_P de $n = 0,1$ moles de diazote de coefficient de LAPLACE $\gamma = 1,4$:

$$C_P = \frac{nR\gamma}{\gamma - 1} = \frac{0,1 \cdot 8,314 \cdot 1,4}{1,4 - 1} = 2,9 \text{ J.K}^{-1}$$

L'équation des gaz parfaits appliquée à chaque état donne :

$$\text{état initial : } P_0 V_0 = nRT_0 \quad (4)$$

$$\text{état final : } P_0 V_1 = nRT_1 \quad (5)$$

Puis (5)/(4) donne :

3.3 La transformation décrite est isobare car la pression extérieure est constante ($P_{\text{ext}} = P_0 = \text{cst}$) et le chauffage du gaz va induire un mouvement lent du piston ($P = P_{\text{ext}} = P_0 = \text{cst}$) :

On rappelle l'expression de la capacité thermique à pression constante C_P de $n = 0,1$ moles de diazote de coefficient de LAPLACE $\gamma = 1,4$:

$$C_P = \frac{nR\gamma}{\gamma - 1} = \frac{0,1 \cdot 8,314 \cdot 1,4}{1,4 - 1} = 2,9 \text{ J.K}^{-1}$$

L'équation des gaz parfaits appliquée à chaque état donne :

$$\text{état initial : } P_0 V_0 = nRT_0 \quad (4)$$

$$\text{état final : } P_0 V_1 = nRT_1 \quad (5)$$

Puis (5)/(4) donne :

$$V_1 = \frac{T_1}{T_0} V_0 = 2,7 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

Travail des forces extérieures de pression :

Travail des forces extérieures de pression :

$$W' = -P_0 \Delta V = -P_0(V_1 - V_0) = -20 \text{ J}$$

Travail des forces extérieures de pression :

$$W' = -P_0 \Delta V = -P_0(V_1 - V_0) = -20 \text{ J}$$

Le transfert thermique s'obtient grâce au **premier principe** appliqué à cette **transformation isobare** :

Travail des forces extérieures de pression :

$$W' = -P_0 \Delta V = -P_0(V_1 - V_0) = -20 \text{ J}$$

Le transfert thermique s'obtient grâce au **premier principe** appliqué à cette **transformation isobare** :

$$Q' = \Delta U - W' = \Delta H = 67 \text{ J}$$

4.1 La transformation décrite est une isotherme à la température $T_1 = 293 \text{ K}$ donc $\Delta U = 0 \text{ kJ}$.

4.1 La transformation décrite est une isotherme à la température $T_1 = 293 \text{ K}$ donc $\Delta U = 0 \text{ kJ}$.

L'équation des gaz parfaits appliquée à chaque état donne :

4.1 La transformation décrite est une isotherme à la température $T_1 = 293 \text{ K}$ donc $\Delta U = 0 \text{ kJ}$.

L'équation des gaz parfaits appliquée à chaque état donne :

$$\text{état initial : } P_1 V_1 = nRT_1 \quad (6)$$

$$\text{état final : } P_2 V_2 = nRT_1 \quad (7)$$

4.1 La transformation décrite est une isotherme à la température $T_1 = 293 \text{ K}$ donc $\Delta U = 0 \text{ kJ}$.

L'équation des gaz parfaits appliquée à chaque état donne :

$$\text{état initial : } P_1 V_1 = nRT_1 \quad (6)$$

$$\text{état final : } P_2 V_2 = nRT_1 \quad (7)$$

Les équations (7) et (6) donnent :

4.1 La transformation décrite est une isotherme à la température $T_1 = 293 \text{ K}$ donc $\Delta U = 0 \text{ kJ}$.

L'équation des gaz parfaits appliquée à chaque état donne :

$$\text{état initial : } P_1 V_1 = nRT_1 \quad (6)$$

$$\text{état final : } P_2 V_2 = nRT_1 \quad (7)$$

Les équations (7) et (6) donnent :

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad \Rightarrow \quad V_2 = \frac{P_1}{P_2} V_1 = \frac{1}{10} \cdot 5 = 0,5 \text{ L}$$

4.1 La transformation décrite est une isotherme à la température $T_1 = 293 \text{ K}$ donc $\Delta U = 0 \text{ kJ}$.

L'équation des gaz parfaits appliquée à chaque état donne :

$$\text{état initial : } P_1 V_1 = nRT_1 \quad (6)$$

$$\text{état final : } P_2 V_2 = nRT_1 \quad (7)$$

Les équations (7) et (6) donnent :

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad \Rightarrow \quad V_2 = \frac{P_1}{P_2} V_1 = \frac{1}{10} \cdot 5 = 0,5 \text{ L}$$

On peut maintenant calculer le travail des forces de pression :

4.1 La transformation décrite est une isotherme à la température $T_1 = 293 \text{ K}$ donc $\Delta U = 0 \text{ kJ}$.

L'équation des gaz parfaits appliquée à chaque état donne :

$$\text{état initial : } P_1 V_1 = nRT_1 \quad (6)$$

$$\text{état final : } P_2 V_2 = nRT_1 \quad (7)$$

Les équations (7) et (6) donnent :

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad \Rightarrow \quad V_2 = \frac{P_1}{P_2} V_1 = \frac{1}{10} \cdot 5 = 0,5 \text{ L}$$

On peut maintenant calculer le travail des forces de pression :

$$W = -nRT_1 \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right) = -P_1 V_1 \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right) = 1,2 \text{ kJ}$$

4.1 La transformation décrite est une isotherme à la température $T_1 = 293 \text{ K}$ donc $\Delta U = 0 \text{ kJ}$.

L'équation des gaz parfaits appliquée à chaque état donne :

$$\text{état initial : } P_1 V_1 = nRT_1 \quad (6)$$

$$\text{état final : } P_2 V_2 = nRT_1 \quad (7)$$

Les équations (7) et (6) donnent :

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad \Rightarrow \quad V_2 = \frac{P_1}{P_2} V_1 = \frac{1}{10} \cdot 5 = 0,5 \text{ L}$$

On peut maintenant calculer le travail des forces de pression :

$$W = -nRT_1 \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right) = -P_1 V_1 \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right) = 1,2 \text{ kJ}$$

Le transfert thermique s'obtient grâce au premier principe :

4.1 La transformation décrite est une isotherme à la température $T_1 = 293 \text{ K}$ donc $\Delta U = 0 \text{ kJ}$.

L'équation des gaz parfaits appliquée à chaque état donne :

$$\text{état initial : } P_1 V_1 = nRT_1 \quad (6)$$

$$\text{état final : } P_2 V_2 = nRT_1 \quad (7)$$

Les équations (7) et (6) donnent :

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad \Rightarrow \quad V_2 = \frac{P_1}{P_2} V_1 = \frac{1}{10} \cdot 5 = 0,5 \text{ L}$$

On peut maintenant calculer le travail des forces de pression :

$$W = -nRT_1 \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right) = -P_1 V_1 \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right) = 1,2 \text{ kJ}$$

Le transfert thermique s'obtient grâce au premier principe :

$$Q = -W = -1,2 \text{ kJ}$$

4.2 La transformation décrite est une monotherme, la température vaut $T_1 = 293 \text{ K}$ dans l'état initial et dans l'état final, mais pas entre ces deux états car on comprime brutalement le gaz.

4.2 La transformation décrite est une monotherme, la température vaut $T_1 = 293 \text{ K}$ dans l'état initial et dans l'état final, mais pas entre ces deux états car on comprime brutalement le gaz. On en déduit $\Delta U' = 0 \text{ kJ}$.

4.2 La transformation décrite est une monotherme, la température vaut $T_1 = 293 \text{ K}$ dans l'état initial et dans l'état final, mais pas entre ces deux états car on comprime brutalement le gaz. On en déduit $\Delta U' = 0 \text{ kJ}$. La transformation est également monobare avec $P_{\text{ext}} = P_2 = 10 \text{ bar}$.

4.2 La transformation décrite est une monotherme, la température vaut $T_1 = 293 \text{ K}$ dans l'état initial et dans l'état final, mais pas entre ces deux états car on comprime brutalement le gaz. On en déduit $\Delta U' = 0 \text{ kJ}$.

La transformation est également monobare avec $P_{\text{ext}} = P_2 = 10 \text{ bar}$. L'état initial et l'état final sont les mêmes qu'à la question précédente, les équations (7) et (6) restent les mêmes en remplaçant V_2 par V_2' et le volume final est donc toujours :

4.2 La transformation décrite est une monotherme, la température vaut $T_1 = 293 \text{ K}$ dans l'état initial et dans l'état final, mais pas entre ces deux états car on comprime brutalement le gaz. On en déduit $\Delta U' = 0 \text{ kJ}$.

La transformation est également monobare avec $P_{\text{ext}} = P_2 = 10 \text{ bar}$. L'état initial et l'état final sont les mêmes qu'à la question précédente, les équations (7) et (6) restent les mêmes en remplaçant V_2 par V_2' et le volume final est donc toujours : $V_2' = V_2 = 0,5 \text{ L}$

4.2 La transformation décrite est une monotherme, la température vaut $T_1 = 293 \text{ K}$ dans l'état initial et dans l'état final, mais pas entre ces deux états car on comprime brutalement le gaz. On en déduit $\Delta U' = 0 \text{ kJ}$.

La transformation est également monobare avec $P_{\text{ext}} = P_2 = 10 \text{ bar}$.

L'état initial et l'état final sont les même qu'à la question précédente, les équations (7) et (6) restent les mêmes en remplaçant V_2 par V_2' et le volume final est donc toujours : $V_2' = V_2 = 0,5 \text{ L}$

On peut maintenant calculer le travail des forces de pression :

4.2 La transformation décrite est une monotherme, la température vaut $T_1 = 293 \text{ K}$ dans l'état initial et dans l'état final, mais pas entre ces deux états car on comprime brutalement le gaz. On en déduit $\Delta U' = 0 \text{ kJ}$.

La transformation est également monobare avec $P_{\text{ext}} = P_2 = 10 \text{ bar}$.

L'état initial et l'état final sont les mêmes qu'à la question précédente, les équations (7) et (6) restent les mêmes en remplaçant V_2 par V_2' et le volume final est donc toujours : $V_2' = V_2 = 0,5 \text{ L}$

On peut maintenant calculer le travail des forces de pression :

$$W' = -P_{\text{ext}}\Delta V = -P_{\text{ext}}(V_2 - V_1) = 4,5 \text{ kJ}$$

4.2 La transformation décrite est une monotherme, la température vaut $T_1 = 293 \text{ K}$ dans l'état initial et dans l'état final, mais pas entre ces deux états car on comprime brutalement le gaz. On en déduit $\Delta U' = 0 \text{ kJ}$.

La transformation est également monobare avec $P_{\text{ext}} = P_2 = 10 \text{ bar}$. L'état initial et l'état final sont les même qu'à la question précédente, les équations (7) et (6) restent les mêmes en remplaçant V_2 par V_2' et le volume final est donc toujours : $V_2' = V_2 = 0,5 \text{ L}$

On peut maintenant calculer le travail des forces de pression :

$$W' = -P_{\text{ext}}\Delta V = -P_{\text{ext}}(V_2 - V_1) = 4,5 \text{ kJ}$$

Le transfert thermique s'obtient grâce au premier principe :

4.2 La transformation décrite est une monotherme, la température vaut $T_1 = 293 \text{ K}$ dans l'état initial et dans l'état final, mais pas entre ces deux états car on comprime brutalement le gaz. On en déduit $\Delta U' = 0 \text{ kJ}$.

La transformation est également monobare avec $P_{\text{ext}} = P_2 = 10 \text{ bar}$. L'état initial et l'état final sont les même qu'à la question précédente, les équations (7) et (6) restent les mêmes en remplaçant V_2 par V_2' et le volume final est donc toujours : $V_2' = V_2 = 0,5 \text{ L}$

On peut maintenant calculer le travail des forces de pression :

$$W' = -P_{\text{ext}}\Delta V = -P_{\text{ext}}(V_2 - V_1) = 4,5 \text{ kJ}$$

Le transfert thermique s'obtient grâce au premier principe :

$$Q' = -W' = -4,5 \text{ kJ}$$