

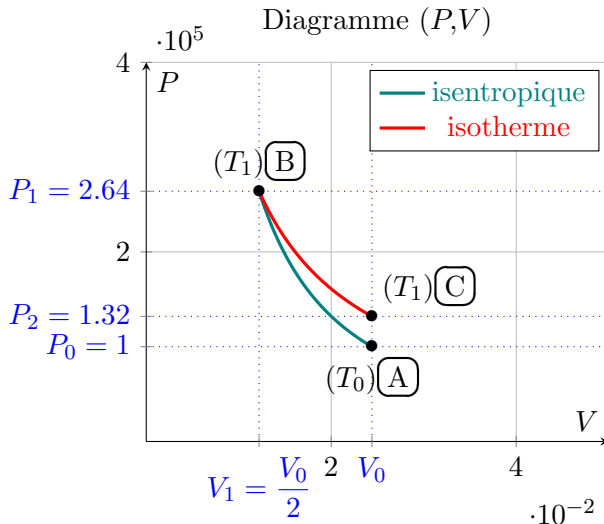
TD TH2 - Premier principe, bilan d'énergie

© Jean Lallemand

Lycée des Eucalyptus, Nice

20 mars 2026

5.1



5.2 La transformation $\boxed{\text{A}} \rightarrow \boxed{\text{B}}$ est **quasi-statique et adiabatique** ($Q = 0$), c'est-à-dire isentropique,

5.2 La transformation $\boxed{\text{A}} \rightarrow \boxed{\text{B}}$ est **quasi-statique et adiabatique** ($Q = 0$), **c'est-à-dire isentropique**, on peut donc déterminer P_1 grâce à la **loi de Laplace** (admise), en notant $\gamma = 1,4$ le coefficient adiabatique du gaz :

5.2 La transformation $\boxed{\text{A}} \rightarrow \boxed{\text{B}}$ est **quasi-statique et adiabatique** ($Q = 0$), **c'est-à-dire isentropique**, on peut donc déterminer P_1 grâce à la **loi de Laplace** (admise), en notant $\gamma = 1,4$ le coefficient adiabatique du gaz :

$$P_0 V_0^\gamma = P_1 V_1^\gamma \quad \Rightarrow \quad P_1 = P_0 \left(\frac{V_0}{V_1} \right)^\gamma = 1 \cdot 2^\gamma = 2,63 \text{ bar}$$

5.2 La transformation $\boxed{\text{A}} \rightarrow \boxed{\text{B}}$ est **quasi-statique et adiabatique** ($Q = 0$), **c'est-à-dire isentropique**, on peut donc déterminer P_1 grâce à la **loi de Laplace** (admise), en notant $\gamma = 1,4$ le coefficient adiabatique du gaz :

$$P_0 V_0^\gamma = P_1 V_1^\gamma \quad \Rightarrow \quad P_1 = P_0 \left(\frac{V_0}{V_1} \right)^\gamma = 1 \cdot 2^\gamma = 2,63 \text{ bar}$$

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

5.2 La transformation $\boxed{\text{A}} \rightarrow \boxed{\text{B}}$ est **quasi-statique et adiabatique** ($Q = 0$), **c'est-à-dire isentropique**, on peut donc déterminer P_1 grâce à la **loi de Laplace** (admise), en notant $\gamma = 1,4$ le coefficient adiabatique du gaz :

$$P_0 V_0^\gamma = P_1 V_1^\gamma \quad \Rightarrow \quad P_1 = P_0 \left(\frac{V_0}{V_1} \right)^\gamma = 1 \cdot 2^\gamma = 2,63 \text{ bar}$$

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

$$\text{état A : } P_0 V_0 = n R T_0 \quad (1)$$

$$\text{état B : } P_1 V_1 = n R T_1 \quad (2)$$

5.2 La transformation $\boxed{\text{A}} \rightarrow \boxed{\text{B}}$ est **quasi-statique et adiabatique** ($Q = 0$), **c'est-à-dire isentropique**, on peut donc déterminer P_1 grâce à la **loi de Laplace** (admise), en notant $\gamma = 1,4$ le coefficient adiabatique du gaz :

$$P_0 V_0^\gamma = P_1 V_1^\gamma \quad \Rightarrow \quad P_1 = P_0 \left(\frac{V_0}{V_1} \right)^\gamma = 1 \cdot 2^\gamma = 2,63 \text{ bar}$$

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

$$\text{état A : } P_0 V_0 = n R T_0 \quad (1)$$

$$\text{état B : } P_1 V_1 = n R T_1 \quad (2)$$

Puis (2)/(1) donne :

5.2 La transformation $\boxed{\text{A}} \rightarrow \boxed{\text{B}}$ est **quasi-statique et adiabatique** ($Q = 0$), **c'est-à-dire isentropique**, on peut donc déterminer P_1 grâce à la **loi de Laplace** (admise), en notant $\gamma = 1,4$ le coefficient adiabatique du gaz :

$$P_0 V_0^\gamma = P_1 V_1^\gamma \quad \Rightarrow \quad P_1 = P_0 \left(\frac{V_0}{V_1} \right)^\gamma = 1 \cdot 2^\gamma = 2,63 \text{ bar}$$

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

$$\text{état A : } P_0 V_0 = n R T_0 \quad (1)$$

$$\text{état B : } P_1 V_1 = n R T_1 \quad (2)$$

Puis (2)/(1) donne :

$$T_1 = T_0 \frac{P_1}{P_0} \frac{V_1}{V_0} = T_0 \left(\frac{V_0}{V_1} \right)^\gamma \left(\frac{V_1}{V_0} \right) = T_0 \left(\frac{V_1}{V_0} \right)^{1-\gamma}$$

$$\Rightarrow T_1 = (273 + 20) \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{1-1,4} = 387 \text{ K} \quad \text{soit} \quad \theta_1 = 114^\circ\text{C}$$

5.3 Transformation isotherme $\textcircled{\text{B}}(P_1, T_1, V_1) \xrightarrow{\text{isotherme}} (P_2, T_1, V_0)\textcircled{\text{C}}$:

5.3 Transformation isotherme $\boxed{\text{B}}$ $(P_1, T_1, V_1) \xrightarrow{\text{isotherme}} (P_2, T_1, V_0) \boxed{\text{C}}$:

L'équation des gaz parfaits appliquée l'état $\boxed{\text{C}}$ donne :

5.3 Transformation isotherme $\boxed{\text{B}}$ $(P_1, T_1, V_1) \xrightarrow{\text{isotherme}} (P_2, T_1, V_0) \boxed{\text{C}}$:

L'équation des gaz parfaits appliquée l'état $\boxed{\text{C}}$ donne :

$$\text{état C : } P_2 V_0 = n R T_1 \quad (3)$$

5.3 Transformation isotherme $\boxed{\text{B}}$ $(P_1, T_1, V_1) \xrightarrow{\text{isotherme}} (P_2, T_1, V_0) \boxed{\text{C}}$:

L'équation des gaz parfaits appliquée l'état $\boxed{\text{C}}$ donne :

$$\text{état C : } P_2 V_0 = n R T_1 \quad (3)$$

Les équations (2) et (3) donnent :

5.3 Transformation isotherme $\boxed{\text{B}}(P_1, T_1, V_1) \xrightarrow{\text{isotherme}} (P_2, T_1, V_0) \boxed{\text{C}}$:

L'équation des gaz parfaits appliquée l'état $\boxed{\text{C}}$ donne :

$$\text{état C : } P_2 V_0 = n R T_1 \quad (3)$$

Les équations (2) et (3) donnent :

$$P_1 V_1 = P_2 V_0 \quad \Rightarrow \quad P_2 = P_1 \left(\frac{V_1}{V_0} \right) = 2,63 \cdot \left(\frac{1}{2} \right) = 1,32 \text{ bar}$$

5.4 Transformation isentropique $\boxed{\text{A}}$ $(P_0, T_0, V_0) \xrightarrow{\text{isentropique}} (P_1, T_1, V_1) \boxed{\text{B}}$:

5.4 Transformation isentropique $\boxed{\text{A}}$ $(P_0, T_0, V_0) \xrightarrow{\text{isentropique}} (P_1, T_1, V_1) \boxed{\text{B}}$:

Le transfert thermique est nul car la transformation est adiabatique :

5.4 Transformation isentropique $\boxed{\text{A}}(P_0, T_0, V_0) \xrightarrow{\text{isentropique}} (P_1, T_1, V_1) \boxed{\text{B}}$:
Le transfert thermique est nul car la transformation est adiabatique :

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

5.4 Transformation isentropique $\boxed{\text{A}}(P_0, T_0, V_0) \xrightarrow{\text{isentropique}} (P_1, T_1, V_1) \boxed{\text{B}}$:
Le transfert thermique est nul car la transformation est adiabatique :

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

On peut exprimer le travail grâce au premier principe de la thermodynamique :

5.4 Transformation isentropique $\boxed{\text{A}}(P_0, T_0, V_0) \xrightarrow{\text{isentropique}} (P_1, T_1, V_1) \boxed{\text{B}}$:
Le transfert thermique est nul car la transformation est adiabatique :

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

On peut exprimer le travail grâce au premier principe de la thermodynamique :

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

5.4 Transformation isentropique $\boxed{\text{A}}(P_0, T_0, V_0) \xrightarrow{\text{isentropique}} (P_1, T_1, V_1) \boxed{\text{B}}$:
 Le transfert thermique est nul car la transformation est adiabatique :

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

On peut exprimer le travail grâce au premier principe de la thermodynamique :

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

$$\Rightarrow W_{AB} = C_V \cdot (T_1 - T_0) = 20,8 \cdot (387 - 293) = 1,96 \text{ kJ}$$

Transformation isotherme $\boxed{\text{B}}$ (P_1, T_1, V_1) $\xrightarrow{\text{isotherme}}$ (P_2, T_1, V_2) $\boxed{\text{C}}$:

Transformation isotherme $\boxed{\text{B}}$ $(P_1, T_1, V_1) \xrightarrow{\text{isotherme}} (P_2, T_1, V_2) \boxed{\text{C}}$:

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

Transformation isotherme $\boxed{\text{B}}$ $(P_1, T_1, V_1) \xrightarrow{\text{isotherme}} (P_2, T_1, V_0) \boxed{\text{C}}$:

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

$$W_{\text{BC}} = -nRT_1 \ln \left(\frac{V_0}{V_1} \right) = -1 \cdot 8,314 \cdot 387 \cdot \ln(2) = -2,23 \text{ kJ}$$

Transformation isotherme $\boxed{\text{B}}$ $(P_1, T_1, V_1) \xrightarrow{\text{isotherme}} (P_2, T_1, V_0) \boxed{\text{C}}$:

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

$$W_{\text{BC}} = -nRT_1 \ln \left(\frac{V_0}{V_1} \right) = -1 \cdot 8,314 \cdot 387 \cdot \ln(2) = -2,23 \text{ kJ}$$

Le premier principe de la thermodynamique indique que :

Transformation isotherme $\boxed{\text{B}}$ $(P_1, T_1, V_1) \xrightarrow{\text{isotherme}} (P_2, T_1, V_0) \boxed{\text{C}}$:

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

$$W_{\text{BC}} = -nRT_1 \ln \left(\frac{V_0}{V_1} \right) = -1 \cdot 8,314 \cdot 387 \cdot \ln(2) = -2,23 \text{ kJ}$$

Le premier principe de la thermodynamique indique que :

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

Transformation isotherme $\boxed{\text{B}}$ $(P_1, T_1, V_1) \xrightarrow{\text{isotherme}} (P_2, T_1, V_0) \boxed{\text{C}}$:

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

$$W_{\text{BC}} = -nRT_1 \ln \left(\frac{V_0}{V_1} \right) = -1 \cdot 8,314 \cdot 387 \cdot \ln(2) = -2,23 \text{ kJ}$$

Le premier principe de la thermodynamique indique que :

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

$$\Rightarrow Q_{\text{BC}} = -W_{\text{BC}} = 2,23 \text{ kJ}$$

6.1 Le détente est **monobare** avec une pression extérieure $P_{ext} = P_0$,

6.1 Le détente est **monobare** avec une pression extérieure $P_{ext} = P_0$, elle est également **adiabatique** $Q = 0$.

6.1 Le détente est **monobare** avec une pression extérieure $P_{ext} = P_0$, elle est également **adiabatique** $Q = 0$.

On note **1** l'état initial et **2** l'état final, les grandeurs thermodynamiques seront notées avec les indices correspondant, dans l'état **2** le piston est à l'équilibre mécanique donc la **pression finale du gaz** est :

6.1 Le détente est **monobare** avec une pression extérieure $P_{ext} = P_0$, elle est également **adiabatique** $Q = 0$.

On note **1** l'état initial et **2** l'état final, les grandeurs thermodynamiques seront notées avec les indices correspondant, dans l'état **2** le piston est à l'équilibre mécanique donc la **pression finale du gaz** est :

$$P_2 = P_{ext} = P_0$$

6.1 Le détente est **monobare** avec une pression extérieure $P_{ext} = P_0$, elle est également **adiabatique** $Q = 0$.

On note $\boxed{1}$ l'état initial et $\boxed{2}$ l'état final, les grandeurs thermodynamiques seront notées avec les indices correspondant, dans l'état $\boxed{2}$ le piston est à l'équilibre mécanique donc la **pression finale du gaz** est :

$$P_2 = P_{ext} = P_0$$

On écrit les équations d'état :

$$\text{état initial } \boxed{1} : P_1 V_1 = nRT_1 \quad (4)$$

$$\text{état final } \boxed{2} : P_0 V_2 = nRT_2 \quad (5)$$

6.1 Le détente est **monobare** avec une pression extérieure $P_{ext} = P_0$, elle est également **adiabatique** $Q = 0$.

On note $\boxed{1}$ l'état initial et $\boxed{2}$ l'état final, les grandeurs thermodynamiques seront notées avec les indices correspondant, dans l'état $\boxed{2}$ le piston est à l'équilibre mécanique donc la **pression finale du gaz** est :

$$P_2 = P_{ext} = P_0$$

On écrit les équations d'état :

$$\text{état initial } \boxed{1} : P_1 V_1 = nRT_1 \quad (4)$$

$$\text{état final } \boxed{2} : P_0 V_2 = nRT_2 \quad (5)$$

On ne peut pas appliquer la relation $\Delta H = Q$ car dans l'état initial on n'est pas à l'équilibre mécanique du piston.

Compression suivie d'une détente

Détente brutale d'un gaz parfait

Chauffage par une résistance électrique

Mesure de la capacité thermique d'un métal

Température finale d'équilibre

Comparaison de T_2 et T_1

Expression du volume final V_2

Calcul de ΔH

L'application du premier principe donne :

L'application du premier principe donne :

$$\Delta U = W \quad \Rightarrow \quad C_V \Delta T = -P_0(V_2 - V_1)$$

L'application du premier principe donne :

$$\Delta U = W \quad \Rightarrow \quad C_V \Delta T = -P_0(V_2 - V_1)$$

$$\Rightarrow \quad \frac{nR}{\gamma - 1}(T_2 - T_1) = -P_0 \left(nR \cdot \frac{T_2}{P_0} - nR \cdot \frac{T_1}{P_1} \right)$$

L'application du premier principe donne :

$$\Delta U = W \quad \Rightarrow \quad C_V \Delta T = -P_0(V_2 - V_1)$$

$$\Rightarrow \quad \frac{nR}{\gamma - 1}(T_2 - T_1) = -P_0 \left(nR \cdot \frac{T_2}{P_0} - nR \cdot \frac{T_1}{P_1} \right)$$

$$\Rightarrow \quad \frac{1}{\gamma - 1}(T_2 - T_1) = -T_2 + xT_1$$

L'application du premier principe donne :

$$\Delta U = W \quad \Rightarrow \quad C_V \Delta T = -P_0(V_2 - V_1)$$

$$\Rightarrow \quad \frac{nR}{\gamma - 1}(T_2 - T_1) = -P_0 \left(nR \cdot \frac{T_2}{P_0} - nR \cdot \frac{T_1}{P_1} \right)$$

$$\Rightarrow \quad \frac{1}{\gamma - 1}(T_2 - T_1) = -T_2 + xT_1$$

$$\Rightarrow \quad T_2 \underbrace{\left(\frac{1}{\gamma - 1} + 1 \right)}_{\frac{\gamma}{\gamma - 1}} = T_1 \underbrace{\left(x + \frac{1}{\gamma - 1} \right)}_{\frac{x(\gamma - 1) + 1}{\gamma - 1}}$$

L'application du premier principe donne :

$$\Delta U = W \quad \Rightarrow \quad C_V \Delta T = -P_0(V_2 - V_1)$$

$$\Rightarrow \quad \frac{nR}{\gamma - 1}(T_2 - T_1) = -P_0 \left(nR \cdot \frac{T_2}{P_0} - nR \cdot \frac{T_1}{P_1} \right)$$

$$\Rightarrow \quad \frac{1}{\gamma - 1}(T_2 - T_1) = -T_2 + xT_1$$

$$\Rightarrow \quad T_2 \underbrace{\left(\frac{1}{\gamma - 1} + 1 \right)}_{\frac{\gamma}{\gamma - 1}} = T_1 \underbrace{\left(x + \frac{1}{\gamma - 1} \right)}_{\frac{x(\gamma - 1) + 1}{\gamma - 1}}$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{T_2 = T_1 \cdot \frac{x(\gamma - 1) + 1}{\gamma}}$$

6.2 On part de l'inégalité liant P_1 et P_0 :

6.2 On part de l'inégalité liant P_1 et P_0 :

$$P_1 > P_0 \quad \Leftrightarrow \quad x = \frac{P_0}{P_1} < 1 \quad \Leftrightarrow \quad (\gamma - 1)x < \gamma - 1$$

6.2 On part de l'inégalité liant P_1 et P_0 :

$$P_1 > P_0 \quad \Leftrightarrow \quad x = \frac{P_0}{P_1} < 1 \quad \Leftrightarrow \quad (\gamma - 1)x < \gamma - 1$$

$$\Leftrightarrow \quad (\gamma - 1)x + 1 < \gamma \quad \Leftrightarrow \quad \frac{T_2}{T_1} = \frac{x(\gamma - 1) + 1}{\gamma} < 1$$

6.2 On part de l'inégalité liant P_1 et P_0 :

$$P_1 > P_0 \quad \Leftrightarrow \quad x = \frac{P_0}{P_1} < 1 \quad \Leftrightarrow \quad (\gamma - 1)x < \gamma - 1$$

$$\Leftrightarrow \quad (\gamma - 1)x + 1 < \gamma \quad \Leftrightarrow \quad \frac{T_2}{T_1} = \frac{x(\gamma - 1) + 1}{\gamma} < 1$$

$$\Leftrightarrow \quad \boxed{T_2 < T_1}$$

6.2 On part de l'inégalité liant P_1 et P_0 :

$$P_1 > P_0 \quad \Leftrightarrow \quad x = \frac{P_0}{P_1} < 1 \quad \Leftrightarrow \quad (\gamma - 1)x < \gamma - 1$$

$$\Leftrightarrow \quad (\gamma - 1)x + 1 < \gamma \quad \Leftrightarrow \quad \frac{T_2}{T_1} = \frac{x(\gamma - 1) + 1}{\gamma} < 1$$

$$\Leftrightarrow \quad \boxed{T_2 < T_1}$$

Ce résultat était prévisible car il s'agit d'une détente adiabatique ($W < 0 \Rightarrow \Delta U < 0$).

6.3 On faisant (5) / (4), on obtient :

6.3 On faisant (5) / (4), on obtient :

$$\frac{P_0 V_2}{P_1 V_1} = \frac{T_2}{T_1} \quad \Rightarrow \quad V_2 = \underbrace{\frac{P_1}{P_0}}_{\frac{1}{x}} \cdot \underbrace{\frac{T_2}{T_1}}_{\frac{x(\gamma-1)+1}{\gamma}} \cdot V_1$$

6.3 On faisant (5) / (4), on obtient :

$$\frac{P_0 V_2}{P_1 V_1} = \frac{T_2}{T_1} \quad \Rightarrow \quad V_2 = \underbrace{\frac{P_1}{P_0}}_{\frac{1}{x}} \cdot \underbrace{\frac{T_2}{T_1}}_{\frac{x(\gamma-1)+1}{\gamma}} \cdot V_1$$

$$\Rightarrow \boxed{V_2 = \frac{x(\gamma-1)+1}{x\gamma} \cdot V_1}$$

6.4 Par définition de l'enthalpie :

6.4 Par définition de l'enthalpie :

$$\Delta H = \Delta(U + PV) = \Delta U + \Delta(PV)$$

6.4 Par définition de l'enthalpie :

$$\Delta H = \Delta(U + PV) = \Delta U + \Delta(PV)$$

$$\Rightarrow \Delta H = \cancel{P_0 V_2} + P_0 V_1 + \cancel{P_0 V_2} - P_1 V_1$$

6.4 Par définition de l'enthalpie :

$$\Delta H = \Delta(U + PV) = \Delta U + \Delta(PV)$$

$$\Rightarrow \Delta H = \cancel{-P_0 V_2} + P_0 V_1 + \cancel{P_0 V_2} - P_1 V_1$$

$$\Rightarrow \Delta H = V_1(P_0 - P_1) = P_1 V_1(x - 1) = nRT_1(x - 1) < 0$$

7.1 On note n le nombre de moles d'air dans chaque compartiment, qui est le même dans chaque compartiment car l'état initial est le même dans chaque compartiment (volume compris).

7.1 On note n le nombre de moles d'air dans chaque compartiment, qui est le même dans chaque compartiment car l'état initial est le même dans chaque compartiment (volume compris).

Pour le gaz du compartiment (B), l'équation des gaz parfaits appliquée à chaque état donne :

7.1 On note n le nombre de moles d'air dans chaque compartiment, qui est le même dans chaque compartiment car l'état initial est le même dans chaque compartiment (volume compris).

Pour le gaz du compartiment (B), l'équation des gaz parfaits appliquée à chaque état donne :

$$\text{état initial : } P_0 V_0 = n R T_0 \quad (6)$$

$$\text{état final : } P_2 V_2 = n R T_2 \quad (7)$$

7.1 On note n le nombre de moles d'air dans chaque compartiment, qui est le même dans chaque compartiment car l'état initial est le même dans chaque compartiment (volume compris).

Pour le gaz du compartiment (B), l'équation des gaz parfaits appliquée à chaque état donne :

$$\text{état initial : } P_0 V_0 = n R T_0 \quad (6)$$

$$\text{état final : } P_2 V_2 = n R T_2 \quad (7)$$

De plus, l'équilibre du piston dans l'état final nous assure que :

7.1 On note n le nombre de moles d'air dans chaque compartiment, qui est le même dans chaque compartiment car l'état initial est le même dans chaque compartiment (volume compris).

Pour le gaz du compartiment (B), l'équation des gaz parfaits appliquée à chaque état donne :

$$\text{état initial : } P_0 V_0 = n R T_0 \quad (6)$$

$$\text{état final : } P_2 V_2 = n R T_2 \quad (7)$$

De plus, l'équilibre du piston dans l'état final nous assure que :

$$P_2 = P_1 = 3 \text{ bar}$$

7.1 On note n le nombre de moles d'air dans chaque compartiment, qui est le même dans chaque compartiment car l'état initial est le même dans chaque compartiment (volume compris).

Pour le gaz du compartiment (B), l'équation des gaz parfaits appliquée à chaque état donne :

$$\text{état initial : } P_0 V_0 = n R T_0 \quad (6)$$

$$\text{état final : } P_2 V_2 = n R T_2 \quad (7)$$

De plus, l'équilibre du piston dans l'état final nous assure que :

$$P_2 = P_1 = 3 \text{ bar}$$

Enfin, le gaz du compartiment (B) subit une transformation isentropique (adiabatique et quasi-statique), on en déduit :

7.1 On note n le nombre de moles d'air dans chaque compartiment, qui est le même dans chaque compartiment car l'état initial est le même dans chaque compartiment (volume compris).

Pour le gaz du compartiment (B), l'équation des gaz parfaits appliquée à chaque état donne :

$$\text{état initial : } P_0 V_0 = nRT_0 \quad (6)$$

$$\text{état final : } P_2 V_2 = nRT_2 \quad (7)$$

De plus, l'équilibre du piston dans l'état final nous assure que :

$$P_2 = P_1 = 3 \text{ bar}$$

Enfin, le gaz du compartiment (B) subit une transformation isentropique (adiabatique et quasi-statique), on en déduit :

$$\text{Loi de Laplace : } P_2 V_2^\gamma = P_0 V_0^\gamma \quad \Rightarrow \quad V_2 = V_0 \left(\frac{P_0}{P_2} \right)^{\frac{1}{\gamma}} \quad (8)$$

$$\Rightarrow \boxed{V_2 = 10^3 \cdot \left(\frac{1}{3}\right)^{\frac{1}{\gamma}} = 456 \text{ L}}$$

$$\Rightarrow \boxed{V_2 = 10^3 \cdot \left(\frac{1}{3}\right)^{\frac{1}{\gamma}} = 456 \text{ L}}$$

La température T_2 se calcule en faisant (7)/(6) :

$$\Rightarrow \quad V_2 = 10^3 \cdot \left(\frac{1}{3}\right)^{\frac{1}{\gamma}} = 456 \text{ L}$$

La température T_2 se calcule en faisant (7)/(6) :

$$T_2 = T_0 \frac{P_2 V_2}{P_0 V_0} = 401 \text{ K}$$

Compression suivie d'une détente

Détente brutale d'un gaz parfait

Chauffage par une résistance électrique

Mesure de la capacité thermique d'un métal

Détermination des états finaux

Transfert thermique reçu par le gaz de (A)

Calcul de Q_1

Pour le gaz du compartiment (A), l'équation des gaz parfaits appliquée à chaque état donne :

Pour le gaz du compartiment (A), l'équation des gaz parfaits appliquée à chaque état donne :

$$\text{état initial : } P_0 V_0 = nRT_0 \quad (9)$$

$$\text{état final : } P_1 V_1 = nRT_1 \quad (10)$$

Pour le gaz du compartiment (A), l'équation des gaz parfaits appliquée à chaque état donne :

$$\text{état initial : } P_0 V_0 = nRT_0 \quad (9)$$

$$\text{état final : } P_1 V_1 = nRT_1 \quad (10)$$

Le volume total de l'enceinte se conservant on a :

Pour le gaz du compartiment (A), l'équation des gaz parfaits appliquée à chaque état donne :

$$\text{état initial : } P_0 V_0 = n R T_0 \quad (9)$$

$$\text{état final : } P_1 V_1 = n R T_1 \quad (10)$$

Le volume total de l'enceinte se conservant on a :

$$V_1 = 2V_0 - V_2 = 1544 \text{ L}$$

Pour le gaz du compartiment (A), l'équation des gaz parfaits appliquée à chaque état donne :

$$\text{état initial : } P_0 V_0 = n R T_0 \quad (9)$$

$$\text{état final : } P_1 V_1 = n R T_1 \quad (10)$$

Le volume total de l'enceinte se conservant on a :

$$V_1 = 2V_0 - V_2 = 1544 \text{ L}$$

La température T_1 se calcule en faisant (10)/(9)

Pour le gaz du compartiment (A), l'équation des gaz parfaits appliquée à chaque état donne :

$$\text{état initial : } P_0 V_0 = n R T_0 \quad (9)$$

$$\text{état final : } P_1 V_1 = n R T_1 \quad (10)$$

Le volume total de l'enceinte se conservant on a :

$$V_1 = 2V_0 - V_2 = 1544 \text{ L}$$

La température T_1 se calcule en faisant (10)/(9)

$$T_1 = T_0 \frac{P_1 V_1}{P_0 V_0} = 1357 \text{ K}$$

7.2 Considérons le système {gaz de (A) + gaz de (B)}, l'application du premier principe à ce système donne :

7.2 Considérons le système {gaz de (A) + gaz de (B)}, l'application du premier principe à ce système donne :

$$\Delta(U_1 + U_2) = Q_1 \quad \Rightarrow \quad \boxed{Q_1 = \Delta U_1 + \Delta U_2} \quad (11)$$

7.3 On peut exprimer puis calculer Q_1 grâce à (11) :

7.3 On peut exprimer puis calculer Q_1 grâce à (11) :

$$Q_1 = \Delta U_1 + \Delta U_2 = C_V \left(T_1 - T_0 \right) + C_V \left(T_2 - T_0 \right)$$

7.3 On peut exprimer puis calculer Q_1 grâce à (11) :

$$\begin{aligned} Q_1 &= \Delta U_1 + \Delta U_2 = C_V \left(T_1 - T_0 \right) + C_V \left(T_2 - T_0 \right) \\ &= \frac{nR}{\gamma - 1} \left(\frac{3V_1}{V_0} T_0 - T_0 + \frac{3V_2}{V_0} T_0 - T_0 \right) \end{aligned}$$

7.3 On peut exprimer puis calculer Q_1 grâce à (11) :

$$\begin{aligned}
 Q_1 &= \Delta U_1 + \Delta U_2 = C_V \left(T_1 - T_0 \right) + C_V \left(T_2 - T_0 \right) \\
 &= \frac{nR}{\gamma - 1} \left(\frac{3V_1}{V_0} T_0 - T_0 + \frac{3V_2}{V_0} T_0 - T_0 \right) \\
 &= \frac{nRT_0}{(\gamma - 1)V_0} \left(\underbrace{3V_1 - V_0 + 3V_2 - V_0}_{4V_0} \right)
 \end{aligned}$$

7.3 On peut exprimer puis calculer Q_1 grâce à (11) :

$$Q_1 = \Delta U_1 + \Delta U_2 = C_V \left(T_1 - T_0 \right) + C_V \left(T_2 - T_0 \right)$$

$$= \frac{nR}{\gamma - 1} \left(\frac{3V_1}{V_0} T_0 - T_0 + \frac{3V_2}{V_0} T_0 - T_0 \right)$$

$$= \frac{nRT_0}{(\gamma - 1)V_0} \left(\underbrace{3V_1 - V_0 + 3V_2 - V_0}_{4V_0} \right)$$

$$\Rightarrow \boxed{Q_1 = \frac{4 P_0 V_0}{(\gamma - 1)} = 10^3 \text{ kJ}}$$

8.1 On note respectivement H_1 , H_2 et H_{cal} les enthalpies de la masse M d'eau, de la masse m d'eau et du calorimètre.

8.1 On note respectivement H_1 , H_2 et H_{cal} les enthalpies de la masse M d'eau, de la masse m d'eau et du calorimètre.

La transformation du système constitué par la réunion des trois entités précitées est isobare et adiabatique ($Q_P = 0$), l'application du premier principe donne :

8.1 On note respectivement H_1 , H_2 et H_{cal} les enthalpies de la masse M d'eau, de la masse m d'eau et du calorimètre.

La transformation du système constitué par la réunion des trois entités précitées est isobare et adiabatique ($Q_P = 0$), l'application du premier principe donne :

$$\Delta H_1 + \Delta H_{\text{cal}} + \Delta H_2 = Q_P = 0$$

8.1 On note respectivement H_1 , H_2 et H_{cal} les enthalpies de la masse M d'eau, de la masse m d'eau et du calorimètre.

La transformation du système constitué par la réunion des trois entités précitées est isobare et adiabatique ($Q_P = 0$), l'application du premier principe donne :

$$\Delta H_1 + \Delta H_{\text{cal}} + \Delta H_2 = Q_P = 0$$

$$Mc_e(\theta_f - \theta_1) + C(\theta_f - \theta_1) + mc_e(\theta_f - \theta_2) = Q_p = 0$$

8.1 On note respectivement H_1 , H_2 et H_{cal} les enthalpies de la masse M d'eau, de la masse m d'eau et du calorimètre.

La transformation du système constitué par la réunion des trois entités précitées est isobare et adiabatique ($Q_P = 0$), l'application du premier principe donne :

$$\Delta H_1 + \Delta H_{\text{cal}} + \Delta H_2 = Q_P = 0$$

$$Mc_e(\theta_f - \theta_1) + C(\theta_f - \theta_1) + mc_e(\theta_f - \theta_2) = Q_p = 0$$

$$\Rightarrow C = -\frac{Mc_e(\theta_f - \theta_1) + mc_e(\theta_f - \theta_2)}{\theta_f - \theta_1} = 94 \text{ J.K}^{-1}$$

8.1 On note respectivement H_1 , H_2 et H_{cal} les enthalpies de la masse M d'eau, de la masse m d'eau et du calorimètre.

La transformation du système constitué par la réunion des trois entités précitées est isobare et adiabatique ($Q_P = 0$), l'application du premier principe donne :

$$\Delta H_1 + \Delta H_{\text{cal}} + \Delta H_2 = Q_P = 0$$

$$Mc_e(\theta_f - \theta_1) + C(\theta_f - \theta_1) + mc_e(\theta_f - \theta_2) = Q_p = 0$$

$$\Rightarrow C = -\frac{Mc_e(\theta_f - \theta_1) + mc_e(\theta_f - \theta_2)}{\theta_f - \theta_1} = 94 \text{ J.K}^{-1}$$

La masse en eau équivalente du calorimètre est la masse d'eau μ qui aurait la même capacité calorimétrique que le calorimètre, c'est-à-dire :

8.1 On note respectivement H_1 , H_2 et H_{cal} les enthalpies de la masse M d'eau, de la masse m d'eau et du calorimètre.

La transformation du système constitué par la réunion des trois entités précitées est isobare et adiabatique ($Q_P = 0$), l'application du premier principe donne :

$$\Delta H_1 + \Delta H_{\text{cal}} + \Delta H_2 = Q_P = 0$$

$$Mc_e(\theta_f - \theta_1) + C(\theta_f - \theta_1) + mc_e(\theta_f - \theta_2) = Q_p = 0$$

$$\Rightarrow C = -\frac{Mc_e(\theta_f - \theta_1) + mc_e(\theta_f - \theta_2)}{\theta_f - \theta_1} = 94 \text{ J.K}^{-1}$$

La masse en eau équivalente du calorimètre est la masse d'eau μ qui aurait la même capacité calorimétrique que le calorimètre, c'est-à-dire :

$$C = \mu c_e \quad \Rightarrow \quad \mu = \frac{C}{c_e} = 22,5 \text{ g}$$

8.2 On note respectivement H_1 , H_{cal} et H_{met} les enthalpies de la masse M' d'eau, du calorimètre et du métal.

8.2 On note respectivement H_1 , H_{cal} et H_{met} les enthalpies de la masse M' d'eau, du calorimètre et du métal.

La transformation du système constitué par la réunion des trois entités précitées est isobare et adiabatique ($Q_P = 0$), l'application du premier principe donne :

8.2 On note respectivement H_1 , H_{cal} et H_{met} les enthalpies de la masse M' d'eau, du calorimètre et du métal.

La transformation du système constitué par la réunion des trois entités précitées est isobare et adiabatique ($Q_P = 0$), l'application du premier principe donne :

$$\Delta H_1 + \Delta H_{\text{cal}} + \Delta H_{\text{met}} = Q_P = 0$$

8.2 On note respectivement H_1 , H_{cal} et H_{met} les enthalpies de la masse M' d'eau, du calorimètre et du métal.

La transformation du système constitué par la réunion des trois entités précitées est isobare et adiabatique ($Q_P = 0$), l'application du premier principe donne :

$$\Delta H_1 + \Delta H_{\text{cal}} + \Delta H_{\text{met}} = Q_P = 0$$

$$M'c_e(\theta'_f - \theta'_1) + \mu c_e(\theta'_f - \theta'_1) + m'c(\theta'_f - \theta'_2) = Q_p = 0$$

8.2 On note respectivement H_1 , H_{cal} et H_{met} les enthalpies de la masse M' d'eau, du calorimètre et du métal.

La transformation du système constitué par la réunion des trois entités précitées est isobare et adiabatique ($Q_P = 0$), l'application du premier principe donne :

$$\Delta H_1 + \Delta H_{\text{cal}} + \Delta H_{\text{met}} = Q_P = 0$$

$$M'c_e(\theta'_f - \theta'_1) + \mu c_e(\theta'_f - \theta'_1) + m'c(\theta'_f - \theta'_2) = Q_p = 0$$

$$\Rightarrow c = -\frac{(M' + \mu)c_e(\theta'_f - \theta'_1)}{m'(\theta'_f - \theta'_2)} = 444 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$$