

Leçon 3 : premier principe de la thermodynamique

E. Capitaine

MP2I - Lycée Charles Coëffin

12 mars 2025

Plan

1 Premier principe de la thermodynamique

- Rappel
- Exemples d'applications

2 La fonction d'état enthalpie

- Démonstration
- Obtenir des variations d'enthalpie

Rappel

On étudie un système thermodynamique, soit un **système macroscopique**.

À quoi correspond l'énergie totale \mathcal{E} de ce système ?

$$\mathcal{E} =$$

Rappel

On étudie un système thermodynamique, soit un **système macroscopique**.

À quoi correspond l'énergie totale \mathcal{E} de ce système ?

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_c^M + \mathcal{E}_p^{\text{ext}} + \sum_i \mathcal{E}_c^m + \sum_i \mathcal{E}_p^{\text{int}}.$$

À quoi correspond **l'énergie interne** du système ?

Rappel

On étudie un système thermodynamique, soit un **système macroscopique**.

À quoi correspond l'énergie totale \mathcal{E} de ce système ?

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_c^M + \mathcal{E}_p^{\text{ext}} + \sum_i \mathcal{E}_c^m + \sum_i \mathcal{E}_p^{\text{int}}.$$

À quoi correspond **l'énergie interne** du système ?

$$U = \sum_i \mathcal{E}_c^m + \sum_i \mathcal{E}_p^{\text{int}}.$$

À quoi correspond l'énergie totale \mathcal{E} d'un **système immobile avec des champs uniformes et stationnaires**

$$\mathcal{E} =$$

Rappel

On étudie un système thermodynamique, soit un **système macroscopique**.

À quoi correspond l'énergie totale \mathcal{E} de ce système ?

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_c^M + \mathcal{E}_p^{\text{ext}} + \sum_i \mathcal{E}_c^m + \sum_i \mathcal{E}_p^{\text{int}}.$$

À quoi correspond **l'énergie interne** du système ?

$$U = \sum_i \mathcal{E}_c^m + \sum_i \mathcal{E}_p^{\text{int}}.$$

À quoi correspond l'énergie totale \mathcal{E} d'un **système immobile avec des champs uniformes et stationnaires**

$$\mathcal{E} = 0 + 0 + \sum_i \mathcal{E}_c^m + \sum_i \mathcal{E}_p^{\text{int}}$$

$$\mathcal{E} = U.$$

Rappel

En appliquant le théorème de l'énergie cinétique sur un système macroscopique on a obtenu la variation de son énergie totale $\Delta\mathcal{E}$.

Que vaut la variation $\Delta\mathcal{E}$?

$$\Delta\mathcal{E} =$$

Rappel

En appliquant le théorème de l'énergie cinétique sur un système macroscopique on a obtenu la variation de son énergie totale $\Delta\mathcal{E}$.

Que vaut la variation $\Delta\mathcal{E}$?

$$\Delta\mathcal{E} = W_{\text{NC}}^{\text{ext}} + W_{\text{NC}}^{\text{int}}.$$

À quoi correspond **les travaux des forces extérieures non conservatives**

$W_{\text{NC}}^{\text{ext}}$?

$$W_{\text{NC}}^{\text{ext}} =$$

À quoi correspond **les travaux des forces intérieures non conservatives**

$W_{\text{NC}}^{\text{int}}$?

$$W_{\text{NC}}^{\text{int}} =$$

Rappel

En appliquant le théorème de l'énergie cinétique sur un système macroscopique on a obtenu la variation de son énergie totale $\Delta\mathcal{E}$.

Que vaut la variation $\Delta\mathcal{E}$?

$$\Delta\mathcal{E} = W_{\text{NC}}^{\text{ext}} + W_{\text{NC}}^{\text{int}}.$$

À quoi correspond **les travaux des forces extérieures non conservatives**

$W_{\text{NC}}^{\text{ext}}$?

$$W_{\text{NC}}^{\text{ext}} = W.$$

C'est **le transfert d'énergie mécanique** de l'extérieur vers l'intérieur aussi appelé simplement **travail**.

À quoi correspond **les travaux des forces intérieures non conservatives**

$W_{\text{NC}}^{\text{int}}$?

$$W_{\text{NC}}^{\text{int}} =$$

Rappel

En appliquant le théorème de l'énergie cinétique sur un système macroscopique on a obtenu la variation de son énergie totale $\Delta\mathcal{E}$.

Que vaut la variation $\Delta\mathcal{E}$?

$$\Delta\mathcal{E} = W_{\text{NC}}^{\text{ext}} + W_{\text{NC}}^{\text{int}}.$$

À quoi correspond **les travaux des forces extérieures non conservatives**

$W_{\text{NC}}^{\text{ext}}$?

$$W_{\text{NC}}^{\text{ext}} = W.$$

C'est **le transfert d'énergie mécanique** de l'extérieur vers l'intérieur aussi appelé simplement **travail**.

À quoi correspond **les travaux des forces intérieures non conservatives**

$W_{\text{NC}}^{\text{int}}$?

$$W_{\text{NC}}^{\text{int}} = Q.$$

C'est **le transfert thermique** aussi appelé **chaleur**.

Carte mentale :

- Premier principe de la thermodynamique

Carte mentale :

- Premier principe de la thermodynamique



$$\text{Cas général : } \Delta \mathcal{E} = W + Q$$

$$\text{Système immobile champs constants : } \Delta U = W + Q$$

$$\text{Variations infinitésimales : } dU = \delta W + \delta Q.$$

Premier principe de la thermodynamique

Exemples d'applications

Échauffement isochore d'un gaz parfait

- Système : gaz dans un récipient rigide.

Premier principe de la thermodynamique

Exemples d'applications

Échauffement isochore d'un gaz parfait

- Système : gaz dans un récipient rigide.
- Système immobile et champs constants : $dU = \delta Q + \delta W$.

Premier principe de la thermodynamique

Exemples d'applications

Échauffement isochore d'un gaz parfait

- Système : gaz dans un récipient rigide.
- Système immobile et champs constants : $dU = \delta Q + \delta W$.
- GP : $dU = C_V dT$

Premier principe de la thermodynamique

Exemples d'applications

Échauffement isochore d'un gaz parfait

- Système : gaz dans un récipient rigide.
- Système immobile et champs constants : $dU = \delta Q + \delta W$.
- GP : $dU = C_V dT \implies C_V dT = \delta Q + \delta W$.
- Échauffement isochore :

Premier principe de la thermodynamique

Exemples d'applications

Échauffement isochore d'un gaz parfait

- Système : gaz dans un récipient rigide.
- Système immobile et champs constants : $dU = \delta Q + \delta W$.
- GP : $dU = C_V dT \implies C_V dT = \delta Q + \delta W$.
- Échauffement isochore : $\delta W = -P_{\text{ext}} dV = 0$

Premier principe de la thermodynamique

Exemples d'applications

Échauffement isochore d'un gaz parfait

- Système : gaz dans un récipient rigide.
- Système immobile et champs constants : $dU = \delta Q + \delta W$.
- GP : $dU = C_V dT \implies C_V dT = \delta Q + \delta W$.
- Échauffement isochore : $\delta W = -P_{\text{ext}} dV = 0 \implies C_V dT = \delta Q$.
- Finalement, on obtient le transfert thermique $Q = C_V \Delta T$.

Premier principe de la thermodynamique

Exemples d'applications

Échauffement d'un gaz parfait soumis à une force F constante

- Système : gaz dans le récipient + piston.

Premier principe de la thermodynamique

Exemples d'applications

Échauffement d'un gaz parfait soumis à une force F constante

- Système : gaz dans le récipient + piston.
- Système immobile et champs constants : $dU = \delta Q + \delta W$.

Premier principe de la thermodynamique

Exemples d'applications

Échauffement d'un gaz parfait soumis à une force F constante

- Système : gaz dans le récipient + piston.
- Système immobile et champs constants : $dU = \delta Q + \delta W$.
- GP : $dU = C_V dT$

Premier principe de la thermodynamique

Exemples d'applications

Échauffement d'un gaz parfait soumis à une force F constante

- Système : gaz dans le récipient + piston.
- Système immobile et champs constants : $dU = \delta Q + \delta W$.
- GP : $dU = C_V dT \implies C_V dT = \delta Q + \delta W$.
- Force constante :

Premier principe de la thermodynamique

Exemples d'applications

Échauffement d'un gaz parfait soumis à une force F constante

- Système : gaz dans le récipient + piston.
- Système immobile et champs constants : $dU = \delta Q + \delta W$.
- GP : $dU = C_V dT \implies C_V dT = \delta Q + \delta W$.
- Force constante : transformation monobare
 $F = P_{\text{ext}} S = \text{cst}$

Premier principe de la thermodynamique

Exemples d'applications

Échauffement d'un gaz parfait soumis à une force F constante

- Système : gaz dans le récipient + piston.
- Système immobile et champs constants : $dU = \delta Q + \delta W$.
- GP : $dU = C_V dT \implies C_V dT = \delta Q + \delta W$.
- Force constante : transformation monobare
 $F = P_{\text{ext}} S = \text{cst} \implies \delta W = -P_{\text{ext}} dV = -\frac{F}{S} dV$.
- Finalement, on obtient le transfert thermique

$$C_V dT = \delta Q - \frac{F}{S} dV \implies \delta Q = C_V dT + \frac{F}{S} dV$$

$$Q = C_V \Delta T + \frac{F}{S} \Delta V.$$

Premier principe de la thermodynamique

Exemples d'applications

Transformation adiabatique et mécaniquement réversible d'un GP

- Système : gaz dans le récipient.

Premier principe de la thermodynamique

Exemples d'applications

Transformation adiabatique et mécaniquement réversible d'un GP

- Système : gaz dans le récipient.
- Système immobile et champs constants :

Premier principe de la thermodynamique

Exemples d'applications

Transformation adiabatique et mécaniquement réversible d'un GP

- Système : gaz dans le récipient.
- Système immobile et champs constants : $dU = \delta Q + \delta W$.
- GP :

Premier principe de la thermodynamique

Exemples d'applications

Transformation adiabatique et mécaniquement réversible d'un GP

- Système : gaz dans le récipient.
- Système immobile et champs constants : $dU = \delta Q + \delta W$.
- GP : $dU = C_V dT \implies C_V dT = \delta Q + \delta W$.
- Transformation adiabatique :

Premier principe de la thermodynamique

Exemples d'applications

Transformation adiabatique et mécaniquement réversible d'un GP

- Système : gaz dans le récipient.
- Système immobile et champs constants : $dU = \delta Q + \delta W$.
- GP : $dU = C_V dT \implies C_V dT = \delta Q + \delta W$.
- Transformation adiabatique : $\delta Q = 0 \implies C_V dT = \delta W$.
- Transformation mécaniquement réversible :

Premier principe de la thermodynamique

Exemples d'applications

Transformation adiabatique et mécaniquement réversible d'un GP

- Système : gaz dans le récipient.
- Système immobile et champs constants : $dU = \delta Q + \delta W$.
- GP : $dU = C_V dT \implies C_V dT = \delta Q + \delta W$.
- Transformation adiabatique : $\delta Q = 0 \implies C_V dT = \delta W$.
- Transformation mécaniquement réversible :
 $P = P_{\text{ext}} \implies \delta W = -P dV = -nRT \frac{dV}{V}$.
- Finalement, on obtient une relation dont on se servira plus tard

Premier principe de la thermodynamique

Exemples d'applications

Transformation adiabatique et mécaniquement réversible d'un GP

- Système : gaz dans le récipient.
- Système immobile et champs constants : $dU = \delta Q + \delta W$.
- GP : $dU = C_V dT \implies C_V dT = \delta Q + \delta W$.
- Transformation adiabatique : $\delta Q = 0 \implies C_V dT = \delta W$.
- Transformation mécaniquement réversible :
 $P = P_{\text{ext}} \implies \delta W = -PdV = -nRT \frac{dV}{V}$.
- Finalement, on obtient une relation dont on se servira plus tard

$$C_V dT = -nRT \frac{dV}{V} \implies \frac{C_V}{nR} \frac{dT}{T} + \frac{dV}{V} = 0$$

Premier principe de la thermodynamique

Exemples d'applications

Transformation adiabatique et mécaniquement réversible d'un GP

- Système : gaz dans le récipient.
- Système immobile et champs constants : $dU = \delta Q + \delta W$.
- GP : $dU = C_V dT \implies C_V dT = \delta Q + \delta W$.
- Transformation adiabatique : $\delta Q = 0 \implies C_V dT = \delta W$.
- Transformation mécaniquement réversible :
 $P = P_{\text{ext}} \implies \delta W = -PdV = -nRT \frac{dV}{V}$.
- Finalement, on obtient une relation dont on se servira plus tard

$$C_V dT = -nRT \frac{dV}{V} \implies \frac{C_V}{nR} \frac{dT}{T} + \frac{dV}{V} = 0$$
$$\frac{C_V}{nR} \ln T + \ln V = \text{cst.}$$

La fonction d'état enthalpie

Démonstration

On considère une transformation monobare d'un système en équilibre mécanique uniquement aux états initial et final.

- Transformation monobare : $P_{\text{ext}} = \text{cst.}$

La fonction d'état enthalpie

Démonstration

On considère une transformation monobare d'un système en équilibre mécanique uniquement aux états initial et final.

- Transformation monobare : $P_{\text{ext}} = \text{cst.}$
- Équilibres initial et final : $P_i = P_f = P_{\text{ext}}.$

La fonction d'état enthalpie

Démonstration

On considère une transformation monobare d'un système en équilibre mécanique uniquement aux états initial et final.

- Transformation monobare : $P_{\text{ext}} = \text{cst.}$
- Équilibres initial et final : $P_i = P_f = P_{\text{ext}}.$
- Travail des forces de pression :

La fonction d'état enthalpie

Démonstration

On considère une transformation monobare d'un système en équilibre mécanique uniquement aux états initial et final.

- Transformation monobare : $P_{\text{ext}} = \text{cst.}$
- Équilibres initial et final : $P_i = P_f = P_{\text{ext}}.$
- Travail des forces de pression :

$$\delta W = -P_{\text{ext}}dV$$

La fonction d'état enthalpie

Démonstration

On considère une transformation monobare d'un système en équilibre mécanique uniquement aux états initial et final.

- Transformation monobare : $P_{\text{ext}} = \text{cst}$.
- Équilibres initial et final : $P_i = P_f = P_{\text{ext}}$.
- Travail des forces de pression :

$$\delta W = -P_{\text{ext}}dV$$

$$W = -P_{\text{ext}}(V_f - V_i) = -P_{\text{ext}}V_f + P_{\text{ext}}V_i$$

La fonction d'état enthalpie

Démonstration

On considère une transformation monobare d'un système en équilibre mécanique uniquement aux états initial et final.

- Transformation monobare : $P_{\text{ext}} = \text{cst}$.
- Équilibres initial et final : $P_i = P_f = P_{\text{ext}}$.
- Travail des forces de pression :

$$\delta W = -P_{\text{ext}}dV$$

$$\begin{aligned}W &= -P_{\text{ext}}(V_f - V_i) = -P_{\text{ext}}V_f + P_{\text{ext}}V_i \\ &= -P_fV_f + P_iV_i = -\Delta(PV).\end{aligned}$$

La fonction d'état enthalpie

Démonstration

On écrit le premier principe dans le cas de cette transformation monobare avec équilibre mécanique uniquement aux états initial et final.

- Système immobile et champs constants : $\Delta U = Q + W + W_{\text{autres}}$ avec W_{autres} les travaux des forces extérieures non conservatives différentes des forces de pression.

La fonction d'état enthalpie

Démonstration

On écrit le premier principe dans le cas de cette transformation monobare avec équilibre mécanique uniquement aux états initial et final.

- Système immobile et champs constants : $\Delta U = Q + W + W_{\text{autres}}$ avec W_{autres} les travaux des forces extérieures non conservatives différentes des forces de pression.
- D'après la relation précédente :

La fonction d'état enthalpie

Démonstration

On écrit le premier principe dans le cas de cette transformation monobare avec équilibre mécanique uniquement aux états initial et final.

- Système immobile et champs constants : $\Delta U = Q + W + W_{\text{autres}}$ avec W_{autres} les travaux des forces extérieures non conservatives différentes des forces de pression.
- D'après la relation précédente :

$$\Delta U = Q - \Delta(PV) + W_{\text{autres}}$$

La fonction d'état enthalpie

Démonstration

On écrit le premier principe dans le cas de cette transformation monobare avec équilibre mécanique uniquement aux états initial et final.

- Système immobile et champs constants : $\Delta U = Q + W + W_{\text{autres}}$ avec W_{autres} les travaux des forces extérieures non conservatives différentes des forces de pression.
- D'après la relation précédente :

$$\Delta U = Q - \Delta(PV) + W_{\text{autres}}$$
$$\Delta(U + PV) = Q + W_{\text{autres}}$$

La fonction d'état enthalpie

Démonstration

On écrit le premier principe dans le cas de cette transformation monobare avec équilibre mécanique uniquement aux états initial et final.

- Système immobile et champs constants : $\Delta U = Q + W + W_{\text{autres}}$ avec W_{autres} les travaux des forces extérieures non conservatives différentes des forces de pression.
- D'après la relation précédente :

$$\Delta U = Q - \Delta(PV) + W_{\text{autres}}$$
$$\Delta(U + PV) = Q + W_{\text{autres}}$$

- On introduit **la grandeur d'état enthalpie** notée $H = U + PV$. Dans le cas de cette transformation, il vient que $\Delta H = Q + W_{\text{autres}}$.

Carte mentale :

- Enthalpie

Carte mentale :

- Enthalpie
- L'enthalpie H d'un système est une grandeur d'état homogène à une énergie. Elle est extensive et additive. Elle est définie telle que

$$H = U + PV.$$

Dans le cas d'une transformation monobare, pour un système immobile et dans des champs constants, le premier principe peut s'écrire

$$dH = \delta Q + \delta W_{\text{autres}} \quad \text{ou} \quad \Delta H = Q + W_{\text{autres}}.$$

La fonction d'état enthalpie

Démonstration

- Dans le cas d'une **transformation isochore uniquement soumis aux force de pression**

$$\Delta U = Q + W + W_{\text{autres}} = Q.$$

La fonction d'état enthalpie

Démonstration

- Dans le cas d'une **transformation isochore uniquement soumis aux force de pression**

$$\Delta U = Q + W + W_{\text{autres}} = Q.$$

- Dans le cas d'une **transformation monobare uniquement soumis aux force de pression**

$$\Delta H = Q + W_{\text{autres}} = Q.$$

La fonction d'état enthalpie

Démonstration

- Dans le cas d'une **transformation isochore uniquement soumis aux force de pression**

$$\Delta U = Q + W + W_{\text{autres}} = Q.$$

- Dans le cas d'une **transformation monobare uniquement soumis aux force de pression**

$$\Delta H = Q + W_{\text{autres}} = Q.$$

Ces deux types de transformations permettent d'obtenir la valeur des transferts thermiques à partir de la variation de grandeurs d'états.

Carte mentale :

- Capacité thermique à pression constante

Carte mentale :

- Capacité thermique à pression constante
- On appelle **capacité thermique à pression constante** d'un système fermé la grandeur C_P telle que

$$C_P = \left(\frac{\partial H}{\partial T} \right)_P .$$

C'est une grandeur extensive et additive qui s'exprime en $\text{J} \cdot \text{K}^{-1}$.

La fonction d'état enthalpie

Obtenir des variations d'enthalpie

Dans le cas des GP

$$H = U(T) + PV \quad .$$

La fonction d'état enthalpie

Obtenir des variations d'enthalpie

Dans le cas des GP

$$H = U(T) + PV = U(T) + nRT.$$

La fonction d'état enthalpie

Obtenir des variations d'enthalpie

Dans le cas des GP

$$H = U(T) + PV = U(T) + nRT.$$

L'enthalpie d'un GP, comme son énergie interne, ne dépend que de la température. Il s'agit de **la deuxième loi de Joule**. Il vient que

$$C_P = \left(\frac{\partial H}{\partial T} \right)_P = \frac{dH}{dT}.$$

La fonction d'état enthalpie

Obtenir des variations d'enthalpie

Dans le cas des GP

$$C_P = \left(\frac{\partial H}{\partial T} \right)_P =$$

La fonction d'état enthalpie

Obtenir des variations d'enthalpie

Dans le cas des GP

$$C_P = \left(\frac{\partial H}{\partial T} \right)_P = \left(\frac{\partial (U + PV)}{\partial T} \right)_P$$

La fonction d'état enthalpie

Obtenir des variations d'enthalpie

Dans le cas des GP

$$C_P = \left(\frac{\partial H}{\partial T} \right)_P = \left(\frac{\partial (U + PV)}{\partial T} \right)_P = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_P + \left(\frac{\partial PV}{\partial T} \right)_P$$

La fonction d'état enthalpie

Obtenir des variations d'enthalpie

Dans le cas des GP

$$\begin{aligned}C_P &= \left(\frac{\partial H}{\partial T} \right)_P = \left(\frac{\partial (U + PV)}{\partial T} \right)_P = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_P + \left(\frac{\partial PV}{\partial T} \right)_P \\ &= \frac{dU}{dT} + \left(\frac{\partial nRT}{\partial T} \right)_P\end{aligned}$$

La fonction d'état enthalpie

Obtenir des variations d'enthalpie

Dans le cas des GP

$$\begin{aligned}C_P &= \left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_P = \left(\frac{\partial (U + PV)}{\partial T}\right)_P = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_P + \left(\frac{\partial PV}{\partial T}\right)_P \\ &= \frac{dU}{dT} + \left(\frac{\partial nRT}{\partial T}\right)_P = C_V + nR \frac{dT}{dT} = C_V + nR.\end{aligned}$$

La fonction d'état enthalpie

Obtenir des variations d'enthalpie

Dans le cas des GP

$$\begin{aligned}C_P &= \left(\frac{\partial H}{\partial T} \right)_P = \left(\frac{\partial (U + PV)}{\partial T} \right)_P = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_P + \left(\frac{\partial PV}{\partial T} \right)_P \\ &= \frac{dU}{dT} + \left(\frac{\partial nRT}{\partial T} \right)_P = C_V + nR \frac{dT}{dT} = C_V + nR.\end{aligned}$$

On obtient **la relation de Mayer** caractéristique des gaz parfaits

$$C_P - C_V = nR.$$

La fonction d'état enthalpie

Obtenir des variations d'enthalpie

Dans le cas des GP

$$\begin{aligned}C_P &= \left(\frac{\partial H}{\partial T} \right)_P = \left(\frac{\partial (U + PV)}{\partial T} \right)_P = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_P + \left(\frac{\partial PV}{\partial T} \right)_P \\ &= \frac{dU}{dT} + \left(\frac{\partial nRT}{\partial T} \right)_P = C_V + nR \frac{dT}{dT} = C_V + nR.\end{aligned}$$

On obtient **la relation de Mayer** caractéristique des gaz parfaits

$$C_P - C_V = nR.$$

Pour un gaz parfait on donne également le rapport de ses capacités thermiques, appelé **coefficient de Laplace ou coefficient adiabatique**

$$\gamma = \frac{C_P}{C_V}.$$

La fonction d'état enthalpie

Obtenir des variations d'enthalpie

- Dans le cas d'un GP, exprimer C_V en fonction de n , R et γ .

- Dans le cas d'un GP, exprimer C_P en fonction de n , R et γ .

La fonction d'état enthalpie

Obtenir des variations d'enthalpie

- Dans le cas d'un GP, exprimer C_V en fonction de n , R et γ .

$$C_P - C_V = nR \quad ; \quad \gamma C_V - C_V = nR \quad ; \quad C_V = \frac{nR}{\gamma - 1}.$$

- Dans le cas d'un GP, exprimer C_P en fonction de n , R et γ .

La fonction d'état enthalpie

Obtenir des variations d'enthalpie

- Dans le cas d'un GP, exprimer C_V en fonction de n , R et γ .

$$C_P - C_V = nR \quad ; \quad \gamma C_V - C_V = nR \quad ; \quad C_V = \frac{nR}{\gamma - 1}.$$

- Dans le cas d'un GP, exprimer C_P en fonction de n , R et γ .

$$C_P - C_V = nR \quad ; \quad C_P - C_P \frac{1}{\gamma} = nR \quad ; \quad C_P = \frac{\gamma nR}{\gamma - 1}.$$

La fonction d'état enthalpie

Obtenir des variations d'enthalpie

Dans le cas des PC2I, l'enthalpie molaire, contrairement à l'énergie molaire, ne dépend pas uniquement de la température

$$H_m = U_m(T) + PV_m.$$

La fonction d'état enthalpie

Obtenir des variations d'enthalpie

Dans le cas des PC2I, l'enthalpie molaire, contrairement à l'énergie molaire, ne dépend pas uniquement de la température

$$H_m = U_m(T) + PV_m.$$

Cependant, la variation d'enthalpie molaire correspondant à une variation de pression ΔP d'une PC2I est

$$\Delta H_m = (U_m(T) + P_f V_m) - (U_m(T) + P_i V_m) = V_m \Delta P.$$

La fonction d'état enthalpie

Obtenir des variations d'enthalpie

Dans le cas des PC2I, l'enthalpie molaire, contrairement à l'énergie molaire, ne dépend pas uniquement de la température

$$H_m = U_m(T) + PV_m.$$

Cependant, la variation d'enthalpie molaire correspondant à une variation de pression ΔP d'une PC2I est

$$\Delta H_m = (U_m(T) + P_f V_m) - (U_m(T) + P_i V_m) = V_m \Delta P.$$

Comme le volume molaire d'une PC2I est extrêmement faible, on peut négliger la variation d'enthalpie molaire due à une variation de pression : **on considère que l'enthalpie molaire d'une PC2I ne dépend que de la température.** Ainsi

$$dH_m \simeq dU_m \quad \text{ou} \quad \Delta H_m \simeq \Delta U_m \quad \text{ou} \quad C_{P,m} \simeq C_{V,m}.$$

Carte mentale :

- Relation de Mayer

Carte mentale :

- Relation de Mayer
- Valable uniquement pour les gaz parfaits

$$C_P - C_V = nR \quad \text{ou} \quad C_{P,m} - C_{V,m} = R.$$

Carte mentale :

- Capacités thermiques à pression constante des gaz parfaits (GP) et des phases condensées indilatables et incompressible (PC2I)

Carte mentale :

- Capacités thermiques à pression constante des gaz parfaits (GP) et des phases condensées indilatables et incompressible (PC2I)
- - ▶ Pour les GP $C_P = \frac{dH}{dT}$ car l'enthalpie ne dépend que de la température.
 - ▶ Pour les PC2I $C_P \simeq C_V$ car $dH \simeq dU$, ou $\Delta U \simeq \Delta H$.