

# SUIS-JE AU POINT ?

## Chapitre 22 : Premier principe

💡 Une information utile, mais pas à mémoriser par cœur.

♥ Une définition/formule à connaître **PAR CŒUR**.

🔧 Un savoir-faire à acquérir.

### 1 Transformations d'un système thermodynamique

#### 1.1 Transformation brutale

💡 Une transformation brutale n'est à l'équilibre qu'à l'état initial et final. Entre les deux elle est hors-équilibre.

#### 1.2 Transformation quasi-statique

♥ Définir une transformation quasi-statique.

💡 Une transformation quasi-statique peut être représentée graphiquement par un **chemin suivi** sur un diagramme d'état.

#### 1.3 Transformation infinitésimale

💡 Une transformation est infinitésimale si ses variables d'états varient infiniment peu  $(P, V, T) \rightarrow (P + dP, V + dV, T + dT)$ .

💡 Une transformation finie peut être vue comme une succession de transformations infinitésimales.

#### 1.4 Thermostat, transformation monotherme et isotherme

♥ Définir un thermostat.

♥ Définir une transformation monotherme (*système en contact thermique avec un thermostat*).

♥ Expliquer comment réaliser une transformation isotherme (*monotherme + quasi-statique = isotherme*).

#### 1.5 Pressostat, transformation monobare et isobare

♥ Définir un pressostat.

♥ Définir une transformation monobare (*système en contact mécanique avec un pressostat*).

♥ Expliquer comment réaliser une transformation isobare (*monobare + quasi-statique = isobare*).

#### 1.6 Transformation adiabatique

♥ Définir une transformation adiabatique.

#### 1.7 Transformation cyclique

♥ Définir une transformation cyclique.

#### 1.8 Résumé des transformations à connaître

♥ Définir une transformation isochore.

## 2 Échange d'énergie avec le milieu extérieur

### 2.1 Travail des forces de pression


#### 2.1.1 Cas général

♥ Donner l'expression du travail des forces de pression au cours d'une transformation  $A \rightarrow B$  ( $W_{A \rightarrow B} = - \int_{A,(C)}^B P_{\text{ext}} dV$ ).

 Calculer le travail des forces de pression pour une transformation **isochore** ou **monobare**.


#### 2.1.2 Transformation quasi-statique avec équilibre mécanique

♥ Donner l'expression du travail des forces de pression au cours d'une transformation  $A \rightarrow B$  quasi-statique avec équilibre mécanique entre le système et l'extérieur (on remplace  $P_{\text{ext}}$  par  $P$  :  $W_{A \rightarrow B} = - \int_{A,(C)}^B P dV$ ).

 Calculer le travail des forces de pression pour une transformation **isobare** ou **isotherme d'un gaz parfait**.

#### 2.1.3 Travail des forces de pression et diagramme de Watt

 Le travail des forces de pression est égal, au signe près, à l'aire sous le chemin suivi sur un diagramme de Watt.

 Le travail sur un cycle entier est égal, au signe près, à l'aire à l'intérieur du cycle.

♥ Définir un cycle moteur ( $W_{\text{cycle}} < 0$ ), un cycle récepteur ( $W_{\text{cycle}} > 0$ ). Expliquer comment reconnaître un cycle moteur à partir d'un diagramme de Watt (*cycle parcouru en sens horaire*).

## 2.2 Rappel : travail électrique reçu par un dipôle

#### 2.2.1 Cas général

 Le travail électrique reçu par un dipôle entre deux dates s'écrit sous forme intégrale :  $W = \int_{t_1}^{t_2} u(t)i(t)dt$  (en convention récepteur).

#### 2.2.2 Résistance chauffante parcourue par un courant continu

♥ Exprimer le travail électrique reçu par une résistance chauffante alimentée en régime stationnaire pendant une durée  $\Delta t$  ( $W = RI^2 \Delta t$ ).

## 2.3 Transfert thermique

#### 2.3.1 Différence entre travail et transfert thermique

 Un travail est un transfert d'énergie *via* une action mécanique, qui peut modifier le mouvement d'ensemble du système (transfert sous forme *ordonnée*).

Un transfert thermique est un échange d'énergie qui influence l'agitation thermique du système mais ne modifie par son mouvement d'ensemble (transfert sous forme *désordonnée*).

#### 2.3.2 Gas général

 Le transfert thermique reçu par le système entre deux dates s'écrit  $Q = \int_{t_1}^{t_2} \mathcal{P}_{\text{th}}(t)dt$ , avec  $\mathcal{P}_{\text{th}}(t)$  la puissance thermique reçue (en W).

#### 2.3.3 Résistance chauffante parcourue par un courant continu

♥ Exprimer le transfert thermique **fourni** par une résistance chauffante alimentée en régime stationnaire pendant une durée  $\Delta t$  ( $Q = RI^2 \Delta t$  car on suppose que 100% du travail électrique reçu par la résistance est convertie en énergie thermique par effet Joule).

## 3 Premier principe de la thermodynamique

### 3.1 Énoncé(s)

- ♥ Énoncer le premier principe sous sa forme générale.
- ♥ Énoncer le premier principe dans le cas particulier d'un système au repos macroscopique ( $\Delta U = W + Q$ ).

### 3.2 Application : bilan énergétique d'une transformation

-  Réaliser un bilan énergétique pour un gaz parfait en évolution isochore, isobare ou isotherme.

## 4 Fonction d'état enthalpie

### 4.1 Définitions

- ♥ Définir l'enthalpie et la capacité thermique à pression constante d'un système thermodynamique. Connaître leur unité, ainsi que celle des grandeurs molaires et massiques associées.

### 4.2 Transformation isobare ou monobare

- ♥ Énoncer le premier principe avec l'enthalpie (**valable uniquement pour une transformation isobare ou monobare**, avec un système au repos macroscopique) ( $\Delta H = Q + W'$  où  $W'$  désigne l'ensemble des travaux *autres que ceux des forces de pression*).

### 4.3 Gaz parfait : 2° loi de Joule

- ♥ Énoncer la deuxième loi de Joule.
- ♥ Énoncer la relation de Mayer ( $C_P - C_V = nR$ ).

#### 4.3.1 Gaz parfait monoatomique

- ♥ Exprimer  $H$  et  $C_p$  pour un gaz parfait monoatomique.


#### 4.3.2 Gaz parfait diatomique

- ♥ Exprimer  $H$  et  $C_p$  pour un gaz parfait diatomique.

#### 4.3.3 Coefficient de Laplace

- ♥ Définir le coefficient de Laplace d'un gaz parfait.
- ♥ Dans le cas général, exprimer  $C_p$  et  $C_v$  pour un gaz parfait en fonction de  $n$ ,  $R$  et  $\gamma$ .
- ♥ Exprimer la variation d'enthalpie d'un gaz parfait entre deux états d'équilibre ( $\Delta H = C_p \Delta T$ ).

### 4.4 Phase condensée

-  Pour une phase condensée incompressible et indilatable, on fait les approximations suivantes :  $H \simeq U$  et  $C_p \simeq C_v$ . On parle alors simplement de la capacité thermique  $C$ , supposée indépendante de la température.
- ♥ Exprimer la variation d'enthalpie d'une phase condensée :  $\Delta H = C \Delta T = mc \Delta T$  avec  $c$  la capacité thermique massique.

### 4.5 Lois de Laplace

- ♥ Énoncer les lois de Laplace et leurs conditions d'application (*transformation adiabatique et quasi-statique d'un gaz parfait*). La démo n'est pas à connaître.

## 5 Calorimétrie

### 5.1 Introduction



Un calorimètre est une enceinte **isobare** et **calorifugée**.

### 5.2 Application : mesurage d'une capacité thermique massique par la méthode des mélanges



Définir la valeur en eau d'un calorimètre (masse d'eau liquide équivalente de capacité thermique égale à celle du calorimètre :  $C_{\text{calo}} = \mu c_e$  avec  $c_e$  la capacité thermique massique de l'eau liquide).



Réaliser le bilan enthalpique de la transformation pour relier la capacité thermique massique inconnue aux données du problème.

### 5.3 Application : mesurage d'une capacité thermique massique par la méthode électrique