

## Travaux dirigés de Thermodynamique n°T2

**Rappel : Constante des gaz parfaits :  $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$**

*Transformations d'un système.*

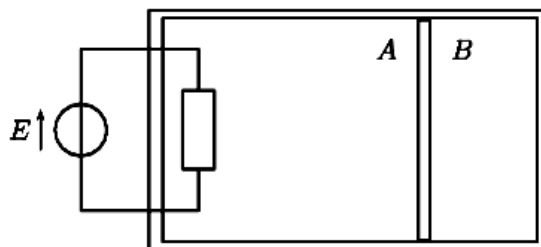
### Exercice 1 : Caillou jeté dans un lac

Un caillou exposé au soleil possède la température  $\theta_1 = 30 \text{ }^\circ\text{C}$ . Il est jeté dans un lac à la température  $\theta_2 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

1. Comment le lac se comporte-t-il d'un point de vue thermodynamique ?
2. Que dire de la transformation subie par le caillou ?
3. Quelle sera la température finale du caillou ?

### Exercice 2 : Transformations couplées.

On considère un cylindre rigide aux parois adiabatiques séparé en deux compartiments A et B par un piston adiabatique mobile sans frottement. Ces deux compartiments contiennent le même gaz parfait.



Un conducteur ohmique de résistance  $R$  est placé dans le compartiment A.

L'état initial correspond à  $V_{A0} = V_{B0} = V_0$ ,  $P_{A0} = P_{B0} = P_0$ ,  $T_{A0} = T_{B0} = T_0$ . On fait circuler un courant  $I$  dans  $R$  sous une tension  $E$  pendant une durée  $\Delta t$ . Le gaz A passe alors lentement de  $V_{A0}$  à  $V_{Af} = 2V_B$ .

1. Caractériser les transformations qui affectent les systèmes suivants : {le gaz A} ; {le gaz B} ; {gaz A+ gaz B} à l'aide des termes suivants : isochore, isotherme, isobare, adiabatique, réversible, quelconque. (une ou plusieurs réponses possibles)
2. Que dire de la pression finale du gaz A et du gaz B ?

*Travail reçu par un système.*

### Exercice 3 : Détente d'un gaz parfait

On considère un cylindre, muni d'un piston mobile sans frottement, contenant un gaz parfait diatomique. La paroi du cylindre est diatherme (permet les échanges thermiques).

$P_i = 2 \text{ bar}$	
$V_i = 1 \text{ L}$	
$T_i = 298 \text{ K}$	

Initialement, la pression du gaz à l'intérieur du cylindre est  $P_i = 2 \text{ bar}$ . Le volume du cylindre est  $V_i = 1 \text{ L}$ . La pression extérieure est la pression atmosphérique  $p_{ext} = 1 \text{ bar} = Cte$ . La température extérieure est maintenue à  $T_{ext} = 298 \text{ K}$ .

A l'instant  $t = 0$ , on libère le piston mobile. Le gaz se détend brutalement puis on attend l'équilibre thermique.

1. Calculer la quantité de matière  $n$  de gaz contenue dans le cylindre.
2. Que peut-on dire de la température du gaz à l'état final ? De la pression du gaz à l'état final ? En déduire la valeur du volume final occupé par le gaz.
3. Caractériser la transformation par un ou plusieurs des termes suivants : isochore, isotherme, monotherme, isobare, monobare.
4. Exprimer puis calculer numériquement le travail  $W$  reçu par le gaz. Discuter le signe de  $W$ .

### Exercice 4 : Compression isotherme d'un gaz parfait

On comprime de manière réversible une masse  $m = 8 \text{ g}$  d'argon ( $M = 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ), supposé être un gaz parfait monoatomique, de la pression  $p_1 = 1 \text{ bar}$  à la pression  $p_2 = 10 \text{ bar}$ , à la température constante  $T = 298 \text{ K}$ .

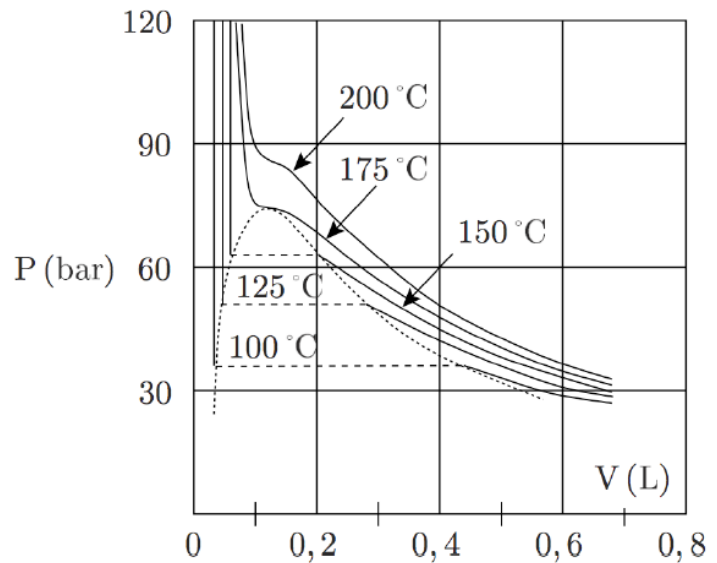
1. Calculer les volumes  $V_1$  et  $V_2$  d'argon, respectivement à l'état initial et à l'état final.
2. Exprimer puis calculer numériquement le travail  $W$  reçu par le gaz et sa variation d'énergie interne  $\Delta U$ . Discuter le signe de  $W$ .

### Exercice 5 : Compression d'un mélange diphasé.

On réalise la compression isotherme d'un corps dont voici le diagramme de Watt relatif à une mole.

On travaille à  $T = 150\text{ °C}$  et la pression varie de  $P_i = 45\text{ bar}$  à  $P_f = 90\text{ bar}$ .

Déterminer graphiquement le travail algébriquement reçu par la mole de fluide. (On pourra procéder à quelques hypothèses simplificatrices).



### Exercice 6 : Compression d'un gaz parfait – D'après ENSAM\*

Un gaz parfait diatomique est enfermé dans un cylindre de volume  $V_1 = 5\text{ L}$  à l'intérieur duquel peut coulisser (sans frottement) un piston de masse négligeable.

À l'extérieur du piston, la température est  $T_{ext} = 293\text{ K}$ , la pression est  $P_{ext} = 1\text{ atm}$ .

La paroi du cylindre étant parfaitement diatherme, à l'équilibre, la température du gaz est toujours  $T_{ext} = 293\text{ K}$ . On rappelle que  $1\text{ atm} = 1,013 \cdot 10^5\text{ Pa}$ .

- En appuyant sur le piston, on augmente très lentement la pression de  $P_1 = P_{atm}$  jusqu'à  $P_2 = 10\text{ atm}$ .
  - Quelles hypothèses peut-on faire sur la nature de la transformation  $1 \rightarrow 2$  du gaz ?
  - En déduire  $T_2, V_2, \Delta U$  et  $W$  : Expressions littérales et applications numériques.
- On applique maintenant instantanément la pression  $P_2$  au piston puis on attend l'équilibre qui interviendra forcément après quelques oscillations du piston si on considère la viscosité du gaz et les frottements au niveau de la paroi.
  - Quelles hypothèses peut-on faire sur la nature de la transformation  $1 \rightarrow 2'$  du gaz ?
  - En déduire  $T_2', V_2', \Delta U'$  et  $W'$  : Expressions littérales et applications numériques.

#### Capacités exigibles :

##### Transformation thermodynamique subie par un système :

- Définir le système d'étude
- Utiliser le vocabulaire adapté (isochore, monotherme, isotherme, monobare, isobare)

##### Travail des forces de pression :

- Calculer le travail par découpage en travaux élémentaires et sommation sur un chemin donné dans le cas d'une seule variable.
- Interpréter géométriquement le travail des forces de pression dans un diagramme de Clapeyron

##### Transfert thermique

- Distinguer qualitativement les trois types de transferts thermiques : conduction, convection et rayonnement.
- Identifier dans une situation expérimentale le ou les systèmes modélisables par un thermostat
- Proposer de manière argumentée le modèle limite le mieux adapté à une situation réelle entre une transformation adiabatique et une transformation isotherme

#### QCM d'entraînement :

