

Travaux dirigés de Thermodynamique n°T2

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

Transformations d'un système.

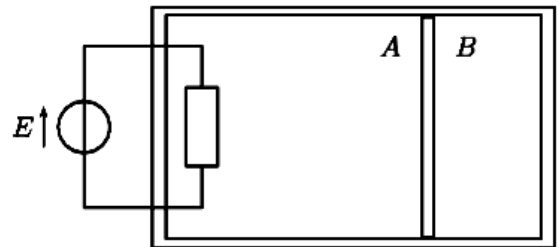
Exercice 1 : Caillou jeté dans un lac

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

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 passer un courant I dans R sous une tension E pendant une durée Δt . Le gaz A passe alors lentement de V_{A0} à $V_A = 2V_{B0}$.

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).

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 $p_{\text{ext}} = 1\text{bar} = \text{Cte}$. La température extérieure est maintenue à $T_{\text{ext}} = 298 \text{ K}$.

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

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

1. Calculer la quantité de matière n de gaz contenue dans le cylindre.
2. Que peut-on dire de la température à l'état final ? De la pression 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

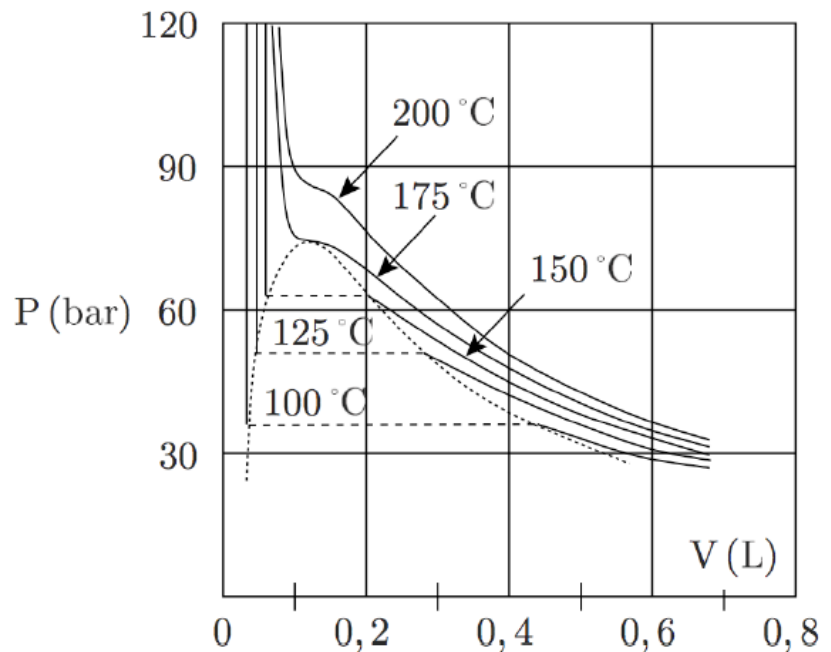
On comprime de manière réversible une masse $m=8\text{g}$ d'argon ($M=40\text{g/mol}$), supposé être un gaz parfait monoatomique, de la pression $p_1=1\text{bar}$ à la pression $p_2=10\text{bar}$, à la température constante $T=298\text{K}$.

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 ΔU . 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 $T = 150^\circ\text{C}$ 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.

A 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 , ΔU 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.

Exercice 7 : Bilan d'énergie du Cycle de LENOIR

L'état initial d'une mole de gaz parfait monoatomique est ($p_0=2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $V_0=14\text{L}$). On lui fait subir successivement et de manière quasistatique :

- Une détente isobare qui double son volume,
- Une compression isotherme qui le ramène à son volume initial,
- Un refroidissement isochore qui le ramène à son état initial.

- A quelle température T_1 , la compression s'effectue-t-elle ? En déduire p_2 , la valeur de la pression maximale atteinte.
- Représenter le cycle décrit par ce gaz dans le diagramme de Watt (p, V).
- Calculer le travail et la variation d'énergie interne du gaz à chaque étape.
- En déduire le travail et la variation d'énergie interne du système au cours du cycle.