

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.

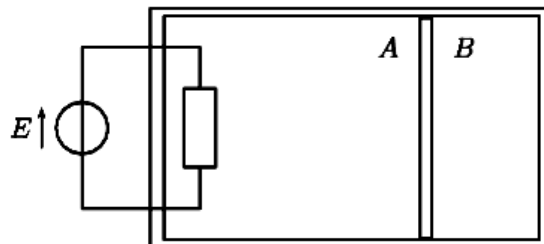
Exercice 1 : Caillou jeté dans un lac

Un caillou situé dans l'air, exposé au soleil, possède la température $\theta_1 = 40 \text{ }^\circ\text{C}$. Il est jeté au fond d'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. Quelle sera la température finale du caillou ?
3. Décrire la nature de la transformation subie par le 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 Δt . Le gaz A passe alors lentement de V_{A0} à $V_{Af} = 2V_{Bf}$.

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 $p_{ext} = 1 \text{ bar} = \text{cte}$. 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 contenu 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 $T = 298 \text{ K}$.

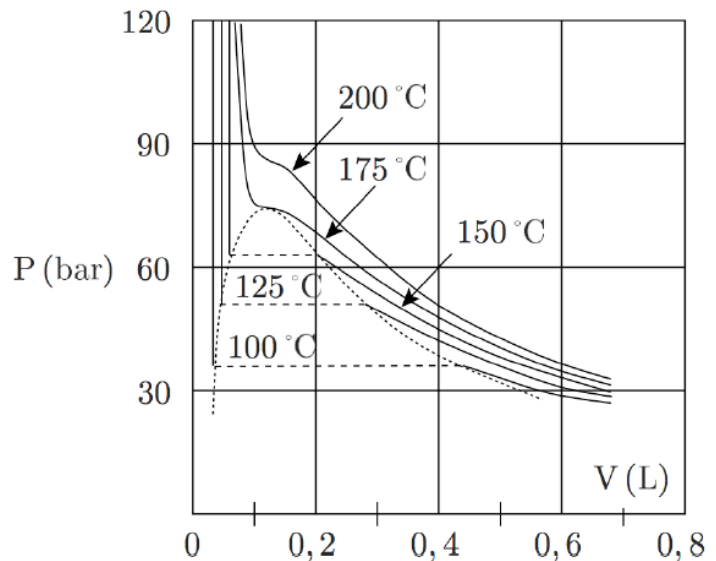
1. Calculer les volumes V_1 et V_2 d'argon, respectivement à l'état initial et à l'état final.
2. Exprimer puis calculer numériquement le travail W reçu par le gaz et sa variation d'énergie interne ΔU . Discuter le signe de W .

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 $T = 150\text{ °C}$ 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 $T_2, V_2, \Delta U$ 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 :

