

Détente d'un gaz parfait

Ce sujet comporte 2 pages et doit être traité en intégralité. Comme pour tous DMs, vous pouvez vous entraider pour les questions les plus difficiles. Cependant, **la rédaction doit rester personnelle**.

Tous DMs étant recopiés l'un sur l'autre de manière flagrante vaudra pour un 0 directement, pour toutes les copies concernées, et ce, sans négociation possible.

On étudie différentes transformations de n moles d'un gaz parfait.

On notera P la pression du gaz, V son volume et T sa température.

On notera R la constante des gaz parfaits.

Soient $C_{v,m}$ la capacité thermique molaire à volume constant du gaz, et $C_{p,m}$ celle à pression constante du gaz.

On note $\gamma = C_{p,m}/C_{v,m}$ le rapport des capacités thermiques molaires à pression constante et à volume constant.

I Préliminaires

1. Donner l'équation d'état du gaz parfait. Préciser, pour chacune des grandeurs utilisées dans cette équation, l'unité qui lui correspond dans le système international.
2. Donner la relation de Mayer qui relie les capacités thermiques molaires $C_{p,m}$ et $C_{v,m}$ et la constante des gaz parfaits R . Dédurre de la relation de Mayer et de la définition du coefficient γ la relation entre $C_{v,m}$, R et γ , d'une part, et entre $C_{p,m}$, R et γ , d'autre part.
3. Énoncer les deux premiers principes de la thermodynamique.

II Détente isotherme

On enferme le gaz dans une enceinte diathermane (permettant les échanges thermiques) dont une paroi horizontale (piston), de masse négligeable, est mobile verticalement sans frottement (figure 1.1).

La température T_1 du milieu extérieur est constante. L'extérieur se comporte comme un thermostat.

A l'état initial le gaz est caractérisé par une pression P_1 , un volume V_1 et une température T_1 et la paroi est bloquée.

On débloque la paroi et on la déplace de manière mécaniquement réversible jusqu'à une position, telle que le volume V'_1 offert au gaz soit $V'_1 = 2V_1$, et on la bloque à nouveau.

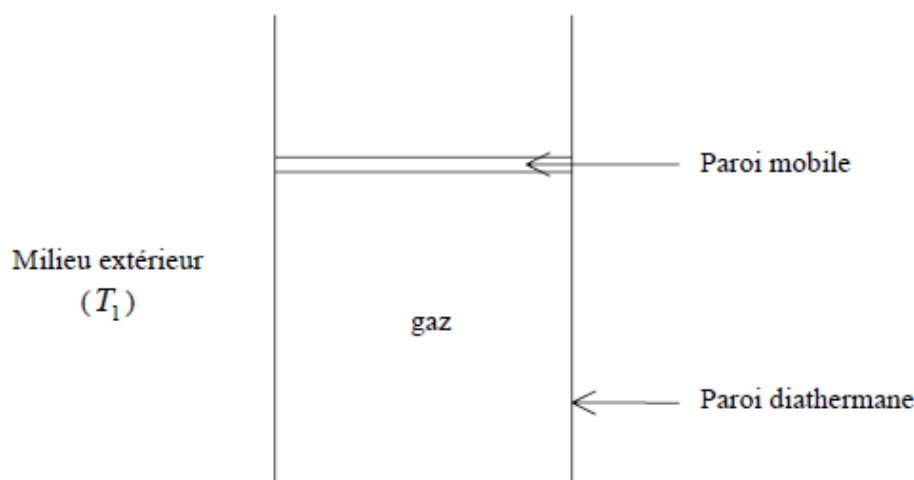


Figure 1.1: Détente isotherme

4. Déterminer la pression P'_1 du gaz dans l'état final en fonction de P_1 .

5. Déterminer l'expression du travail W_1 mis en jeu par le gaz au cours de cette transformation en fonction de n , R et T_1 . Commenter le signe de W_1 .
6. Calculer la variation d'énergie interne ΔU_1 du gaz au cours de cette transformation. En déduire le transfert thermique Q_1 reçu par le gaz en fonction de n , R et T_1 .
7. Déduire de la question précédente l'expression $S_{1,ech}$ de la variation d'entropie d'échange en fonction de n et R .
8. Déterminer l'entropie créée $S_{1,c}$ au cours de la transformation. Commenter.

III | Détente de Joule Gay-Lussac

On considère un cylindre indéformable à parois athermanes (ne permettant pas les échanges thermiques) divisé intérieurement en deux compartiments de volumes identiques par une paroi de volume négligeable. Les n moles de gaz parfait se trouvent dans le compartiment 1, le compartiment 2 étant vide (figure 1.2).

A l'état initial le gaz est caractérisé par une pression P_2 , une température T_2 et occupe un volume V_2 .

On ôte alors la séparation et le gaz parfait occupe la totalité du cylindre. L'enlèvement de la séparation se fait sans travail.

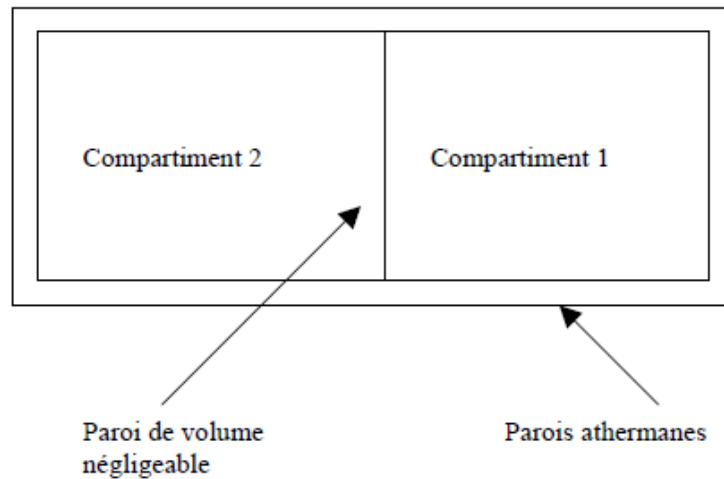


Figure 1.2: Détente de Joule Gay-Lussac

9. En appliquant le premier principe de la thermodynamique, déterminer la variation d'énergie interne ΔU_2 du gaz au cours de cette transformation. En déduire la température T'_2 puis la pression P'_2 dans l'état final d'équilibre.
10. Déterminer la variation d'entropie ΔS_2 pour cette transformation.
11. Que vaut la variation d'entropie d'échange $S_{2,ech}$ pour cette transformation ?
12. En déduire l'expression de l'entropie créée $S_{2,c}$ au cours de cette transformation. Commenter.