

Série 1

Tel que présenté dans l'introduction du cours, la physique statistique donne une base microscopique à la thermodynamique. Nous allons revenir sur quelques éléments de thermodynamique, avant d'explorer les fondements de la physique statistique et les nouvelles perspectives ouvertes par cette théorie au cours des prochaines séries d'exercices.

Ainsi, le premier exercice vous rappellera comment un gaz parfait est décrit à l'aide de coordonnées thermodynamiques. En exprimant l'entropie d'un gaz parfait d'après son volume, sa pression et sa température, vous trouverez les relations entre coordonnées thermodynamiques qui caractérisent une transformation adiabatique.

Le second exercice vous permettra d'utiliser les relations obtenues précédemment, pour décrire la compression d'un gaz, et analyser en quoi celle-ci est différente de la compression d'un ressort.

1 Entropie d'un gaz parfait

1. Rappeler la variation d'énergie interne dU pour un système fermé soumis uniquement à des forces de pression.
2. En déduire l'entropie d'un gaz parfait monoatomique en fonction des paramètres suivants :
 - (a) Sa température et son volume
 - (b) Sa pression et sa température
 - (c) Sa pression et son volume

Pour chaque paire de paramètres, trouver la quantité conservée lors d'un processus isentropique.

Rappel : l'énergie interne du gaz parfait monoatomique vaut $U = 3Nk_B T/2$.

2 Compression adiabatique vs. Compression isotherme

On considère un gaz parfait placé initialement dans un cylindre fermé de volume V_A , en équilibre avec un environnement à la température T_A . On cherche à le comprimer pour qu'il atteigne un volume $V_C < V_A$.

1. On comprime le gaz de façon si lente que l'équilibre thermique avec l'environnement est maintenu à tout instant. Représenter cette transformation dans un diagramme de Clapeyron (P, V). Calculer le travail fourni pour effectuer la compression.
2. On comprime le gaz de façon suffisamment rapide pour qu'aucun transfert thermique ne puisse avoir lieu pendant la compression. On pourra considérer qu'il s'agit d'un processus isentropique. Une fois la compression effectuée, on laisse l'équilibre thermique s'établir en maintenant le volume V_C constant. Représenter cette transformation dans le diagramme de Clapeyron. En déduire le travail fourni par l'opérateur.
3. Dans quel cas le travail fourni par l'opérateur est-il le plus important ? Pouvait-on obtenir ce résultat de façon graphique ?