

# TD 11

## Introduction à la thermodynamique

---

### Exercice 1 : Questions de cours

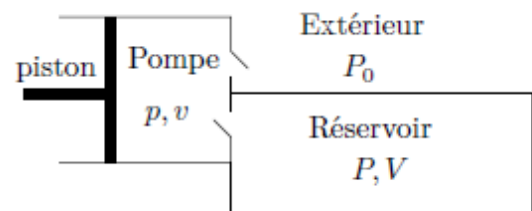
1. Définir l'échelle mésoscopique.
2. Définir les termes grandeurs intensives et grandeurs extensives.
3. Définir l'équilibre thermodynamique d'un système fermé.
4. Définir la vitesse quadratique moyenne, la température cinétique d'un gaz parfait monoatomique. Donner la relation entre les 2.
5. Etablir l'expression de la pression cinétique d'un gaz parfait monoatomique (on prendra un modèle simplifié que l'on précisera).
6. Définir l'énergie interne d'un système. Donner son expression pour un gaz parfait monoatomique.
7. Qu'appelle-t-on phase condensée ? Présenter le modèle de la phase condensée idéale.

### Exercice 2 : Applications directes du cours

1. Calculer le nombre de molécules d'air présentes dans la salle de cours. Calculer le nombre de molécules présentes dans un litre d'eau. Calculer le nombre de molécules présentes dans un glaçon. Conclusion ?
2. Calculer la vitesse quadratique moyenne des atomes d'hélium à la température de 300 K. Calculer la vitesse quadratique moyenne des molécules de dioxygène et de diazote dans l'atmosphère.
3. En hiver, par une température extérieure de  $-10\text{ }^\circ\text{C}$ , un automobiliste règle la pression de ses pneus à 3 bar, pression préconisée par le constructeur. Arrivé en été, où il fait  $30\text{ }^\circ\text{C}$ , l'automobiliste doit-il régler à nouveau la pression des pneus ? On considèrera qu'un écart de pression de 10% au maximum peut être toléré sans danger.
4. Un ballon de volume constant, contenant de l'hélium, est lancé à la vitesse  $v$ . Déterminer la valeur de  $v$  pour que la température du gaz augmente de  $1\text{ }^\circ\text{C}$  lorsque la vitesse du ballon s'annule. On supposera que l'énergie cinétique totale des molécules de gaz se conserve.

### Exercice 3 : Pompe isotherme

On veut vider un réservoir de volume  $V$ , initialement rempli d'air (considéré comme un gaz parfait) au moyen d'une pompe. La soupape 1 entre les deux réservoirs est fermée si la pression  $p$  dans le corps de pompe est supérieure à la pression  $P$  du réservoir, ou si son volume diminue. La soupape 2 (en haut) est fermée si la pression  $p$  est inférieure à la pression  $P_0$  constante.



Le volume  $v$  du corps de pompe est compris entre  $v_1$  (volume résiduel) et  $v_2$ . On suppose que la température de l'air reste constante et égale à  $T$ . La valeur initiale de  $P$  est égale à  $P_0$ . On suppose pendant toute la transformation que les mouvements du piston de la pompe sont assez lents pour considérer que la température reste constante dans l'ensemble pompe-réservoir.

1. Au cours du coup de pompe  $n$ , le volume  $v$  passe de  $v_1$  à  $v_2$  puis de  $v_2$  à  $v_1$ . La pression  $P$  dans le réservoir passe de  $P_n$  à  $P_{n+1}$ . Déterminer la relation de récurrence entre les  $P_n$ .
2. Déterminer  $P_{lim}$ , valeur de  $P$  lorsque  $P_{n+1} = P_n$ . Commenter son expression.
3. Montrer que la suite  $P_n - P_{lim}$  est géométrique. En déduire l'expression de  $P_n$  en fonction de  $P_0$ ,  $P_{lim}$ ,  $n$ ,  $V$  et  $v_2$ .

#### Exercice 4 : Modélisation d'un gaz réel

Le dihydrogène, dans le domaine des pressions peu élevées, peut se modéliser comme un gaz de Joule, d'équation d'état  $p(V - nb) = nRT$ , où  $b$  est une constante positive.

1. Donner le sens physique de  $b$ .
2. Comparer l'équation d'état de Joule à celle de Van der Waals. Que peut-on en conclure sur l'énergie interne pour le dihydrogène ?
3. Calculer les coefficients thermoélastiques du gaz de Joule. Comparer au gaz parfait.