

LP10 : Gaz parfait, gaz réels

Les idées essentielles

Pour décrire un gaz, on peut adopter deux points de vue : le traitement microscopique qui consiste à détailler les différentes contributions à l'énergie interne U (énergie cinétique, énergie potentielle, énergie potentielle d'interaction...) et/ou le traitement macroscopique qui introduit une équation d'état reliant entre eux les paramètres intensifs et extensifs nécessaires à la description du gaz. Le passage de l'un à l'autre de ces traitements se fait par des considérations de physique statistique.

Par ailleurs, comme dans toute théorie physique, il existe plusieurs degrés d'approximation dans la description d'un gaz. Le modèle le plus simple dont on dispose est celui du « gaz parfait » qui considère les particules au sein du gaz comme ponctuelles et sans interaction entre elles. On peut alors appliquer les deux traitements évoqués précédemment :

- définition des pression et température cinétiques¹ (traitement microscopique)
- équation d'état du gaz parfait (traitement macroscopique).

Cependant, ce modèle du gaz parfait a ses limites et il est en particulier remis en cause expérimentalement dans la détente de Joule Gay Lussac. On arrive donc à la description des gaz réels par l'intermédiaire de l'équation d'état de Van der Waals² qui introduit deux nouveaux paramètres microscopiques a et b . Ces deux paramètres prennent en compte, respectivement, les interactions entre particules (de type Van der Waals) et leur caractère non ponctuel (notion de volume exclu).

Enfin, en référence au titre de la leçon, une dernière remarque importante s'impose. Le modèle du gaz parfait apporte une description universelle des gaz, sans tenir compte de la nature de celui-ci (au singulier dans le titre), alors que l'équation d'état de Van der Waals perd cette universalité à travers les paramètres a et b qui sont propres à chaque gaz (au pluriel dans le titre).

Applications et expériences

- ★ Gaz parfait (pression cinétique) : il faut sortir le radiomètre de Crookes³.
- ★ Passage aux gaz réels : la détente de Joule Gay Lussac.

Bibliographie

BFR de *Thermodynamique*.

1. Dans le cas du gaz parfait, où l'on néglige les interactions entre particules, on ne garde que la partie cinétique de U dans le traitement microscopique. On parle alors de théorie cinétique des gaz.

2. La description microscopique dans le cas des gaz réels est délicate, notamment dans l'écriture de l'énergie potentielle d'interaction. On privilégie dans ce cas une démarche allant du traitement macroscopique au traitement microscopique en se basant sur des mesures expérimentales.

3. Prendre une lampe blanche ou une lampe Hg et un condenseur.

Questions et remarques du correcteur

- Dans le cas du modèle du gaz parfait, vous excluez les collisions pour les particules de gaz ?

Il peut y avoir des chocs entre particules, il faut seulement négliger l'énergie potentielle d'interaction (et pas toutes les interactions).

- Quelle limite définissez-vous entre un gaz parfait classique et un gaz parfait quantique ?

Il faut comparer le libre parcours moyen à la longueur thermique de de Broglie (application au gaz contenu dans une salle de classe).

- Comment calculez-vous la vitesse de libération terrestre ?

En faisant le calcul, on trouve que H_2 peut s'échapper mais pas O_2 ⁴.

- Donner un critère simple pour passer du gaz parfait au gaz réel ?

Diagramme d'Amalgam : tout gaz réel tend vers un gaz parfait aux basses pressions.

★ Dans la définition de la pression cinétique, on a besoin de l'équilibre thermodynamique :

- isotropie de la répartition des vitesses des particules (statistique des vitesses des particules)
- statistique de la répartition des particules (densité constante).

★ Dans la définition de la température cinétique, il faut utiliser simplement l'énergie cinétique de translation : c'est valable pour tout type de gaz.

★ Historiquement, on ne définissait pas la température : on la repérait ⁵, ce qui imposait d'avoir le même thermomètre. C'est là tout l'intérêt du gaz parfait où chaque gaz à la même température.

Ce qu'il faut impérativement traiter dans cette leçon

★ Il faut expliquer l'établissement de la loi des gaz parfaits.

★ Il faut expliquer U .

Un autre point de vue possible

On peut développer le théorème du Viriel mais, en contre-partie, la discussion physique est plus difficile à mener.

4. En réalité, O_2 peut s'échapper car on ne considère dans le calcul que des vitesses moyennes. Il est régénéré par l'activité volcanique et la photosynthèse.

5. On a repéré des points fixes comme 0° et 100°C et on a gradué entre ces deux points.