

Thermodynamique et énergie – LP214

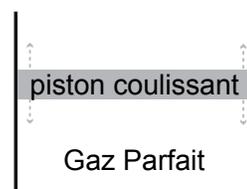
Maria Barbi – Stéphanie Bonneau – François Mallet

Tutorat 2 : La loi des gaz parfaits

1 Pression

Un cylindre contient un gaz parfait à température ambiante. Le cylindre est fermé avec un piston de masse M et de surface A qui est libre de se déplacer vers le haut ou le bas sans frottements. Aucun gaz ne peut ni entrer ni quitter le cylindre. Le piston est immobile. La pression atmosphérique (c'est-à-dire la pression de l'air autour du cylindre) est P_0 .

Schéma:



A. Dans l'espace prévu à cet effet, tracer le bilan des forces s'appliquant au piston. Pour chaque force, indiquez (1) son type, (2) l'objet sur lequel la force s'exerce, (3) l'objet exerçant la force.

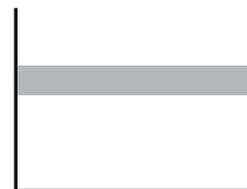
Bilan des forces:



B. Dans l'espace prévu à cet effet, dessiner une flèche pour indiquer la direction de la force totale exercée sur le piston. Si cette force est nulle, exprimer le explicitement.

C. La force exercée sur le piston par le gaz à l'intérieur du cylindre est-elle *plus grande*, *plus petite* ou *égale* à la force exercée par l'air en dehors du cylindre? Expliquez.

Force Totale:



Ecrire un équation qui relie les amplitudes des forces verticales exercées sur le piston. (*indication* : Comment ces forces sont-elles reliées à la force totale?).

D. La pression du gaz dans le cylindre est-elle *plus grande*, *plus petite* ou *égale* à la pression atmosphérique? Expliquez.

Déterminez la valeur de la pression du gaz dans le cylindre en fonction des grandeurs introduites. (*indication* : Parmi les forces s'exerçant sur le piston, laquelle peut-on utiliser pour trouver la pression du gaz?).

E. Un second cylindre contient un échantillon différent d'un gaz parfait à température ambiante. Les deux cylindres et leurs pistons sont identiques.

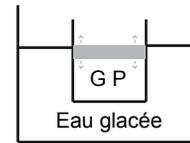
La pression du gaz dans le second cylindre est-elle *plus grande*, *plus petite* ou *égale* à celle du premier cylindre? Si vous ne pouvez pas répondre, dite le explicitement. Expliquez.

► Discutez de vos réponses avec l'encadrant avant de poursuivre.

2 Pression et température

- A. Un cylindre similaire à ceux décrit dans la partie précédente, contient une quantité fixe de gaz. A l'instant initial, ce gaz est en équilibre thermique avec un bain d'eau glacée. La pression, le volume et la température du gaz sont P_i , V_i et T_i , respectivement.

Instant i :



Le cylindre est ensuite retiré de l'eau glacée et mis en contact avec de l'eau bouillante. Au bout d'un certain temps, le gaz est à l'équilibre thermique avec l'eau bouillante. La pression, le volume et la température du gaz sont alors P_f , V_f et T_f , respectivement.

Instant f :



1. T_f est-elle *plus grande*, *plus petite* ou *égale* à T_i ? Expliquez.
2. P_f est-elle *plus grande*, *plus petite* ou *égale* à P_i ? Expliquez.

Vos réponses sont-elles cohérentes avec celles de la partie D du paragraphe 1.? Si ce n'est pas le cas, résolvez les incohérences.

3. V_f est-il *plus grand*, *plus petit* ou *égal* à V_i ? Expliquez.

Votre réponse est-elle cohérente avec la loi des gaz parfaits? (c'est-à-dire la relation $PV = nRT$)? Si ce n'est pas le cas, résolvez les incohérences.

- B. Dans l'expérience précédente de la partie A ci-dessus, parmi les quantités P , V , n et T , lesquelles sont-elles maintenues constantes et lesquelles peuvent-elles varier? Expliquez comment vous pouvez répondre.
- C. Considérez le dialogue suivant entre étudiants sur l'expérience précédente.

Elève 1 : "Selon la loi des gaz parfaits, la pression est proportionnelle à la température. Comme la température du gaz a augmenté, la pression doit augmenter."

Elève 2 : "En effet. Puisque la quantité de gaz n'a pas varié, le volume n'a pas changé. donc la pression à nécessairement augmenté."

Etes-vous d'accord avec ces étudiants? Expliquez votre raisonnement.

- Discutez de vos réponses avec l'encadrant avant de poursuivre.

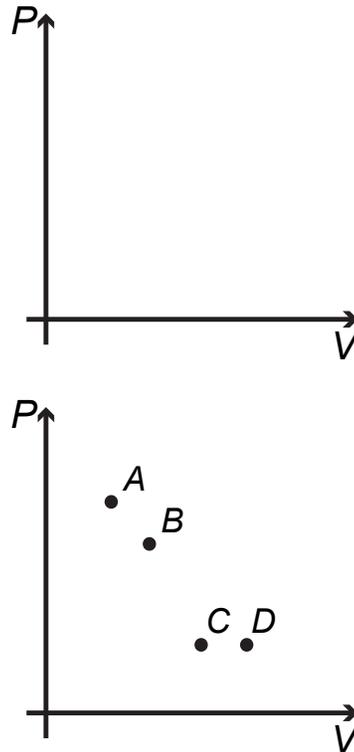
3 diagrammes PV

Les transformations des gaz parfaits sont souvent représentées graphiquement. Par exemple, un *diagramme PV* est un graphe de la pression P en fonction du volume V pour un échantillon de gaz donné. Un point unique (P, V) sur ce graphe représente des valeurs mesurées simultanément de la pression P et du volume V . Ces deux valeurs définissent un *état* du gaz. (Par convention, l'origine $(0, 0)$ est le point d'intersection des axes.)

A. Représentez la transformation de la section II dans le diagramme PV prévu à cet effet. Indiquez quel est l'état initial et l'état final du gaz.

Est-ce cohérent avec votre réponse du B. de la partie 2. ?

B. Le même échantillon de gaz parfait est utilisé pour une nouvelle expérience. La pression et le volume d'un gaz sont mesurés à différents temps (t_A , t_B , t_C , t_D). Leurs différentes valeurs sont reportées sur le diagramme ci-contre.



1. Ordonnez de façon décroissante les états de A à D suivant la température du gaz, de la plus grande à la plus petite. Si deux températures sont égales, soyez explicite.
2. Votre classement est-il en accord avec la loi des gaz parfaits ? Si ce n'est pas le cas, résolvez vos incohérences.
3. Est-il possible pour le même échantillon de gaz parfait d'être dans un état tel qu'il a le même volume que dans l'état B et la même température que dans l'état A ? Si c'est le cas, représentez ce point dans le diagramme PV . Si c'est impossible, dites pourquoi.

► Discutez de vos réponses avec l'encadrant avant de poursuivre.

4 Nombre d'Avogadro

A. Deux cylindres identiques sont cellés hermétiquement par deux pistons identiques, de façon similaire à ce qui a été décrit précédemment. Les deux cylindres de plus sont dans la même pièce depuis longtemps. Le premier cylindre contient de l'hydrogène (H_2), le second de l'oxygène (O_2). Les deux pistons se trouvent à la même hauteur.

(a) Comparez les volumes des gaz dans les deux cylindres. Expliquez.

(b) Comparez les températures des gaz dans les deux cylindres. Expliquez.

(c) Comparez les pressions des gaz dans les deux cylindres. Expliquez.

Comparez le nombre de moles des gaz dans les deux cylindres. Expliquez.

Vos réponses sont-elles cohérentes avec la loi des gaz parfaits? Si ce n'est pas le cas, résolvez vos incohérences.

B. Un étudiant s'intéresse aux masses molaires et trouve une valeur de 2 g pour H_2 et de 32 g pour O_2 .

(a) Donnez une interprétation de ces deux valeurs. (*Note* : une formule n'est pas considérée comme une interprétation.)

(b) Comparez les masses des deux échantillons dans les deux cylindres. Expliquez.

C. Considérons la discussion suivante entre des étudiants au sujet des deux cylindres décrits ci-dessus.

Elève 1 : "Puisque les molécules d'hydrogène sont bien plus petites que celles d'oxygène, il devrait y en avoir plus dans le même volume."

Elève 2 : "C'est faux. Puisque $n = 2$ pour l'hydrogène et $n = 32$ pour l'oxygène, il doit y avoir plus de molécules d'oxygène."

Trouver les erreurs dans les déclarations des deux étudiants. Expliquez.