



# Chapitre F1. Le modèle du gaz parfait



## Se positionner (une ou plusieurs bonnes réponses)

- La pression est une grandeur seulement définie dans un gaz :  
① VRAI      ② FAUX
- La pression s'exprime en  
① pascal (Pa)      ② newton (N)      ③ kilogramme (kg)  
④ bar (bar)      ⑤ newton par mètre carré      ⑥ newton par mètre
- L'unité du système international de la température est :  
① le kelvin (K)  
② le degré Celsius (°C)  
③ le degré Fahrenheit (°F)
- La loi de Mariotte s'exprime par  
①  $P/V = \text{constante}$       ②  $PV = \text{constante}$       ③  $PV^2 = \text{constante}$       ④  $P/(V^2) = \text{constante}$
- On suppose qu'on appuie sur le piston d'une seringue bouchée (photo ci-contre)  
① la pression est la même partout  
② la pression est la plus forte sur le doigt  
③ la pression est la plus forte sur le piston  
④ la pression est la plus forte sur les parois de la seringue
- Dans un récipient fermé de volume donné et contenant un gaz, si la température augmente :  
① la pression diminue  
② la pression augmente  
③ la pression ne change pas



## Activité 1- Du micro au macro...

Un système thermodynamique est un ensemble d'entités (particules, ions, atomes, molécules...). Comme on n'a pas accès aux propriétés de chaque entité, on décrit un tel système par des grandeurs mesurables macroscopiques.

- Proposer deux grandeurs physiques caractérisant une entité microscopique.
- Proposer deux grandeurs macroscopiques caractérisant un système thermodynamique.
- Microscopiquement, quelle est la différence fondamentale entre un liquide et un gaz ?
- Indiquer la grandeur macroscopique liée à chacune des propriétés microscopiques ci-dessous.

Vitesse moyenne des entités	.....
Nombre d'entités	.....
Nombre d'entité par unité de volume	.....
Chocs des entités sur une paroi en contact avec le gaz	.....

## Activité 2- Un modèle adapté pour les situations courantes ?

### Le modèle du gaz parfait

Le modèle du gaz parfait décrit un gaz comme un système thermodynamique formé d'entités dispersées et désordonnées vérifiant ces deux propriétés :

- les entités n'ont pas d'interaction entre elles
- la taille des entités est très petite devant la distance moyenne qui les sépare.

On montre que dans ces conditions, les grandeurs macroscopiques caractéristiques du gaz sont reliées par la relation suivante, dite *équation d'état du gaz parfait* :

$$P \times V = n \times R \times T$$

avec  $P$  pression (en Pa) ;  $T$  température (en K) ;  $V$  volume de gaz (en  $\text{m}^3$ ) ;  
 $n$  quantité de matière (en mol) ;  $R = 8,314 \text{ uSI}$  : constante des gaz parfaits.



1. Donner l'unité de la constante des gaz parfaits  $R$ .
2. En déduire la valeur du volume molaire dans les conditions normales de pression (1013 hPa) et de température (0°C).
3. Si un gaz est constitué d'un corps pur de masse molaire  $M$ , proposer une nouvelle écriture de la loi de l'équation des gaz parfaits faisant intervenir la masse molaire et la masse volumique.
4. Justifier que l'équation du gaz parfait soit en accord avec la loi de Mariotte.
5. **Tester expérimentalement le modèle du gaz parfait**
  - a. A l'aide du dispositif disponible, proposer un protocole simple qui permet de vérifier qu'à température constante le produit  $PV$  est constant.

Appeler le professeur pour lui proposer votre protocole

Après validation du protocole par le professeur, le réaliser.

- b. A l'aide du matériel disponible, illustrer expérimentalement que la pression  $P$  augmente à volume constant si la température augmente.

A l'aide de quelques actions et « mesures » que l'on précisera à chaque fois, justifier que le [simulateur indiqué au tableau](#) (nommé « Avogadro-Ampère ») est programmé en respectant l'équation du gaz parfait :

- a. Du point de vue du lien entre  $P$  et  $V$
- b. Du point de vue du lien entre  $P$  et  $T$
- c. Du point de vue du lien entre  $T$  et  $V$

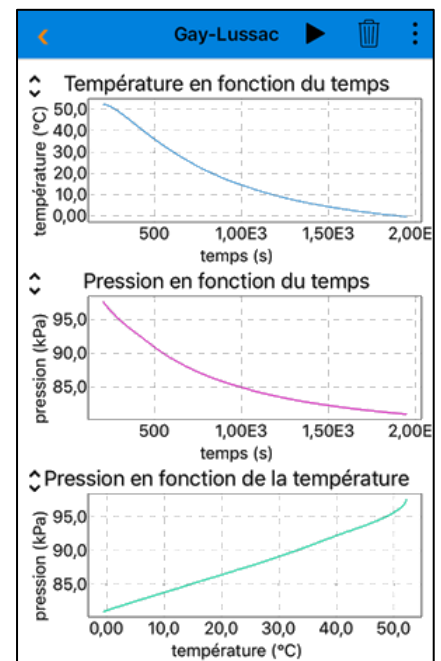
### Pour aller plus loin

Les courbes ci-contre indiquent l'évolution de la température et de la pression d'un microcontrôleur avec capteurs enfermé dans un bocal étanche à température et pression ambiante puis mis au congélateur. Les données sont enregistrées et visualisées sur l'application Phyphox. On a aussi fait tracer l'évolution de la pression en fonction de la température au cours du refroidissement.

- a. Discuter ces évolutions et indiquer si elles semblent en accord avec le modèle du gaz parfait.

La modélisation des données à l'aide d'un tableur donne pour la partie rectiligne de la dernière courbe :  $P = 296 \times \theta + 81 \times 10^3$  où  $P$  est en pascal et  $\theta$  en °C.

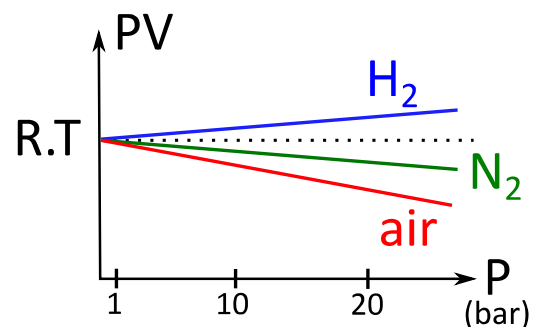
- b. En déduire la valeur expérimentale du volume molaire obtenue avec cette modélisation numérique.



### Activité 3- Un modèle toujours adapté ?

Pour une mole de différents gaz, on a tracé ci-contre la valeur réelle du produit  $P \times V$  en fonction de sa pression à température constante.

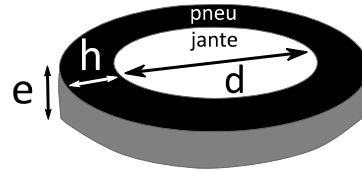
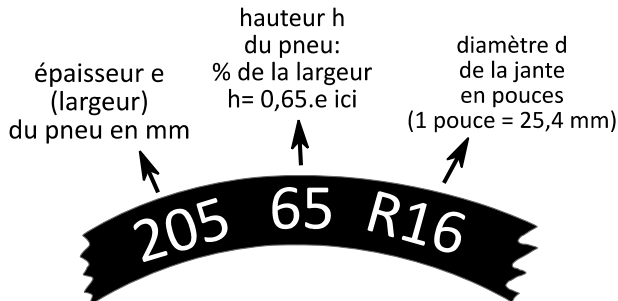
1. Les gaz réels suivent-ils la loi des gaz parfaits ?
2. À quelle condition peut-on considérer que  $PV = nRT$  pour un gaz réel ?
3. Justifier qualitativement que l'équation des gaz parfaits ne soit valable que pour des pressions faibles (inférieure à 10 bars =  $10^6$  Pa) à l'aide de ce que vous savez du modèle du gaz parfait.
4. Justifier qu'on ait du mal à mettre en défaut le modèle du gaz parfait à l'aide du matériel disponible en classe (seringue + pressiomètre).



**Activité 4- Mon pneu gonflé est-il beaucoup plus lourd ?**

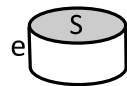
On gonfle un pneu « 205/65 R15 » sous une pression de 2,5 bar ( $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$ ) et on attend que l'équilibre thermique se fasse avec l'extérieur qui est à une température de  $25^\circ\text{C}$ .

L'air est un mélange de gaz (80%  $\text{N}_2$  et 20%  $\text{O}_2$  en 1<sup>ère</sup> approximation). La masse molaire de l'air (en tenant compte de la proportion de chaque gaz) est  $M_{\text{air}} = 29 \text{ g.mol}^{-1}$ .



Volume d'un cylindre:  $V = e.S$

Surface d'un disque:  $S = \pi.R^2$

**NIVEAU EXPERT**

Calculer la masse d'air contenu dans le pneu

**NIVEAU INTERMÉDIAIRE**

1. Calculer le rayon puis la surface de la jante.
2. En déduire le volume de la jante.
3. Calculer de même surface puis volume de l'ensemble jante + pneu
4. En déduire le volume du pneu
5. Calculer la quantité de matière d'air contenu dans le pneu puis sa masse.

**Pour les plus rapides...**

Calculer la masse d'air  $m$  contenu dans la salle de classe de surface  $50 \text{ m}^2$ , de hauteur  $h = 2,50 \text{ m}$ . La température de la salle est de  $25^\circ\text{C}$  et la pression vaut  $1013 \text{ hPa}$ . La masse molaire moyenne de l'air  $M = 29 \text{ g/mol}$ .