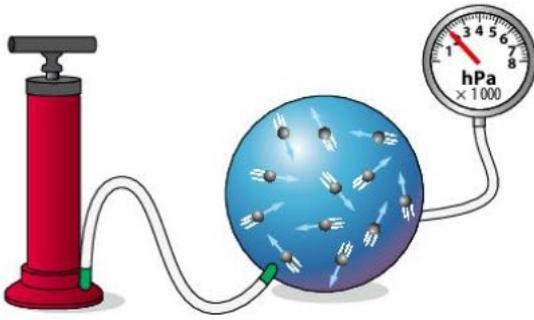


## 1 Description d'un gaz

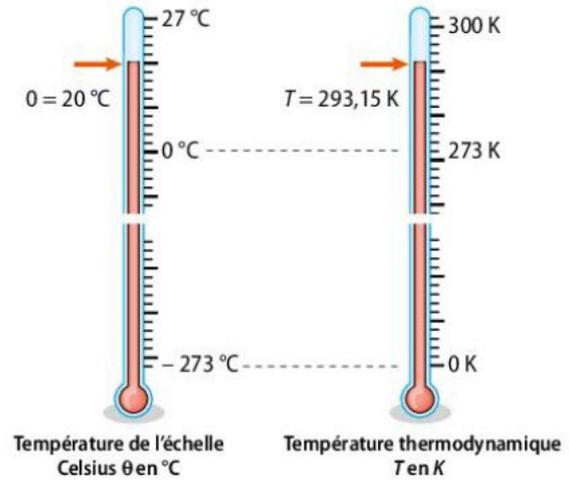


**masse volumique  $\rho$**  : plus les molécules sont dispersées et/ou plus leur masse est faible, plus la valeur mesurée de la masse volumique est faible.

**pression  $P$**  : plus les chocs des molécules sur les parois sont fréquents, plus la valeur mesurée de la pression est élevée.

**température thermodynamique  $T$**  : plus l'agitation microscopique croît, plus la vitesse des particules augmente, plus la valeur mesurée de la température est grande.

$$T = \theta + 273,15$$



## 2 Le modèle du gaz parfait

### Équation d'état du gaz parfait

constante du gaz parfait  $R = 8,31 \text{ (J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}\text{)}$

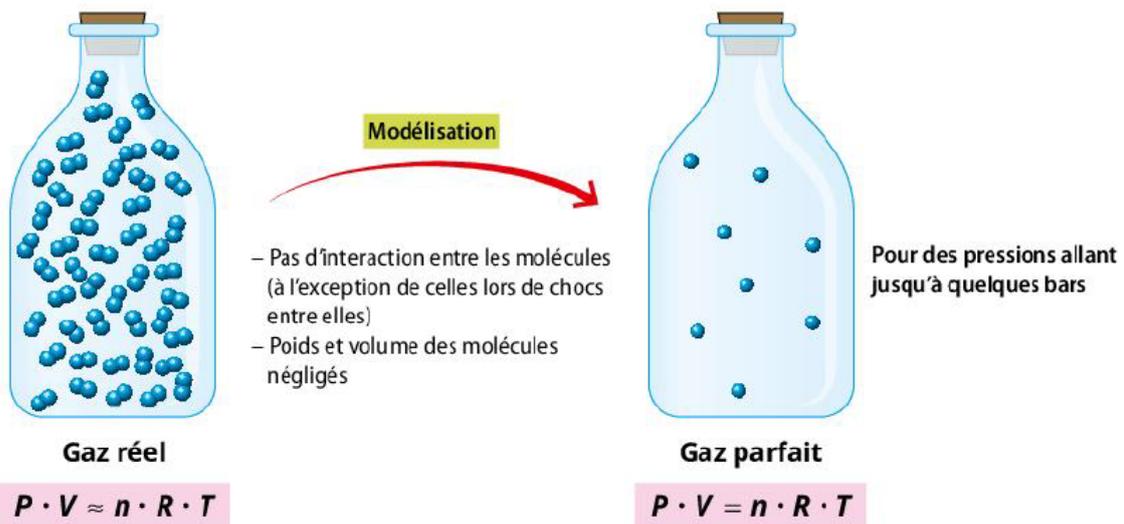
$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

pression (en Pa) →  $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$  ← température thermodynamique (en K)  
 volume (en  $\text{m}^3$ ) ←  $n$  ← quantité de matière (en mol)

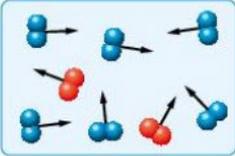
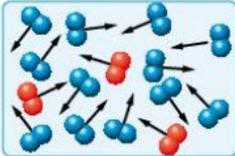
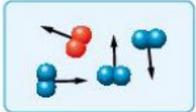
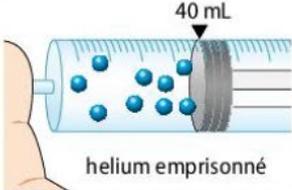
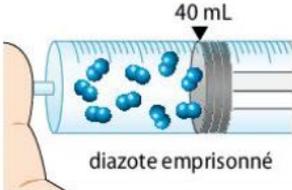
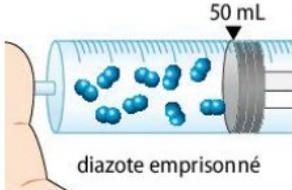
Un gaz pour lequel l'équation d'état du **gaz parfait** est exactement vérifiée est un gaz parfait.

### Limites du modèle

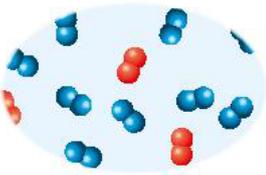
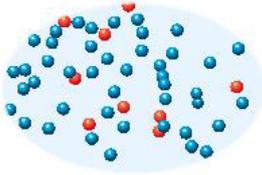
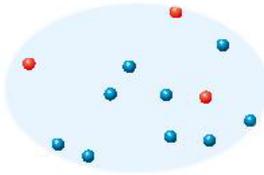
Le gaz parfait est un modèle qui, dans certaines conditions, permet de décrire le comportement d'un gaz réel.



**1 Description d'un gaz**

	A	B	C
<b>1</b> À l'échelle microscopique, la valeur de la pression mesurée d'un gaz dans un récipient est liée :	au degré d'agitation des molécules qui le constituent.	à la fréquence des chocs des molécules sur les parois du récipient.	au nombre et à la masse des molécules qui le constituent.
<b>2</b> L'échantillon de gaz qui a la valeur de la pression mesurée la plus faible est :			
<b>3</b> La température thermodynamique $T$ :	traduit le degré d'agitation des molécules d'un système.	est liée à la fréquence des chocs des molécules sur les parois d'un récipient.	s'exprime en °C.
<b>4</b> L'échantillon qui possède la valeur de la masse volumique la plus grande est :	 helium emprisonné	 diazote emprisonné	 diazote emprisonné

**2 Le modèle du gaz parfait**

	A	B	C
<b>5</b> Dans l'équation d'état du gaz parfait $PV = n \cdot R \cdot T$ , $P$ et $V$ désignent respectivement :	le poids et la vitesse des molécules.	la pression mesurée et la vitesse des molécules.	la pression et le volume mesurés.
<b>6</b> Dans l'équation d'état du gaz parfait, les unités à utiliser pour exprimer les valeurs des grandeurs $P$ , $V$ et $T$ sont :	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>P</math> en Pa</li> <li>• <math>V</math> en L</li> <li>• <math>T</math> en °C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>P</math> en bar</li> <li>• <math>V</math> en m<sup>3</sup></li> <li>• <math>T</math> en K</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>P</math> en Pa</li> <li>• <math>V</math> en m<sup>3</sup></li> <li>• <math>T</math> en K</li> </ul>
<b>7</b> Pour une quantité de gaz donné à température constante, l'équation d'état du gaz parfait :	s'écrit : $\frac{P}{T} = \text{constante}$ .	s'écrit : $P \cdot V = \text{constante}$ .	est nommée loi de Mariotte.
<b>8</b> Le modèle du gaz parfait est :	toujours applicable aux gaz réels.	applicable aux gaz réels seulement pour des pressions inférieures à quelques bars.	applicable aux gaz réels quelle que soit la température du système.
<b>9</b> À l'échelle microscopique, dans le modèle du gaz parfait :	les molécules sont très éloignées les unes des autres.	il n'y a aucune interaction entre les molécules.	les molécules sont ponctuelles (leur volume est négligeable devant celui du gaz).
<b>10</b> À l'échelle microscopique, le gaz parfait est représenté par :			

## 11 Du microscopique au macroscopique

1. À l'échelle microscopique, à quelle propriété d'un gaz est liée la valeur de :

- la température
- la pression
- la masse volumique

2. La modification de la vitesse des constituants microscopiques d'un volume de gaz donné conduit au changement de la valeur de :

- la température mesurée
- la pression mesurée
- la masse volumique mesurée

3. On considère un volume constant de gaz. Initialement  $\theta = 20\text{ °C}$ ,  $P = 1\,013\text{ hPa}$  et  $\rho = 1,2\text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ .

Trois scénarios sont envisagés :

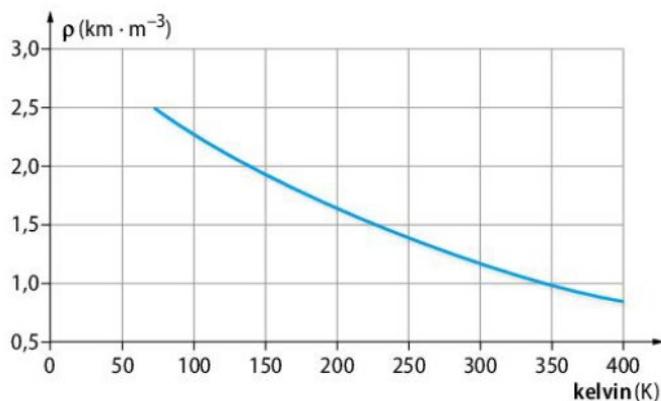
- les molécules se déplacent moins vite
- les molécules sont plus nombreuses.
- les molécules sont remplacées par des particules de masse plus faible.

Associer à chaque scénario, les valeurs des grandeurs macroscopiques mesurées adaptées :

- $\theta = 20\text{ °C}$ ,  $P = 1\,025\text{ hPa}$ ,  $\rho = 1,5\text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
- $\theta = 20\text{ °C}$ ,  $P = 1\,013\text{ hPa}$ ,  $\rho = 1,0\text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
- $\theta = 18\text{ °C}$ ,  $P = 1\,005\text{ hPa}$ ,  $\rho = 1,2\text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

## 14 Masse volumique de l'air

Pour de l'air sec sous pression atmosphérique normale (1 013 hPa), la température de fusion  $\theta_{\text{fusion}} = -216,2\text{ °C}$ , la température d'ébullition  $\theta_{\text{ébullition}} = -194,3\text{ °C}$  et l'évolution de la masse volumique en fonction de la température est modélisée par le graphique suivant.



- Déterminer graphiquement la valeur de la masse volumique de l'air à  $20\text{ °C}$ .
  - Pourquoi la courbe ne débute qu'à partir de  $78,9\text{ K}$  ?
- À l'aide d'un raisonnement à l'échelle microscopique :
  - expliquer pourquoi l'axe des abscisses ne possède aucune graduation de valeur négative.
  - justifier la diminution de la valeur de la masse volumique de l'air en fonction de la température.

### DONNÉES

- $M_{\text{air}} = 28,9\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  ;  $R = 8,314\text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$  ;
- $N_A = 6,02 \times 10^{23}\text{ mol}^{-1}$  ;  $1\text{ atm} = 1\,013\text{ hPa}$ .

## 18 Ballon de baudruche

On introduit dans un ballon de baudruche 2,0 L d'hélium à  $25\text{ °C}$  et à une pression de 1,1 bar.

- Quelle est la quantité de matière d'hélium dans le ballon ?
- Le ballon éclate lorsque son volume devient supérieur à 3,0 L.
  - Placé sous une cloche à vide reliée à une pompe, quelle sera la valeur de la pression mesurée au moment où le ballon éclate ?



- À la pression de 1,1 bar, quelle serait la valeur de la température mesurée au moment où le ballon éclate ?
- Quelle masse d'hélium, à  $25\text{ °C}$  et 1,1 bar, faut-il ajouter au ballon pour atteindre ce volume ?

## 19 Gaz réel - gaz parfait

- Calculer la quantité de matière de diazote contenue dans un récipient d'un litre à la pression de 1,1 bar et à la température de  $25\text{ °C}$ .
- En déduire le nombre de molécules puis le volume propre des molécules (le volume d'une molécule de diazote est estimé à  $7,0 \times 10^{-28}\text{ L}$ ).
- Comparer le volume occupé par les molécules à celui occupé par le gaz. Dans ces conditions, le diazote peut-il être assimilé à un gaz parfait ?

## 27 Masse volumique d'un gaz parfait

Une masse  $m$  d'un gaz parfait de masse molaire  $M$  est enfermée à la température  $T$  et à la pression  $P$  dans un récipient de volume  $V$ .

- Exprimer la masse volumique  $\rho$  du gaz parfait en fonction de  $M$ ,  $P$  et  $T$ .
- Comment évolue la valeur de la masse volumique d'un gaz parfait lorsque sa température augmente (à pression constante) ? lorsque sa pression augmente (à température constante) ?
- Interpréter ces évolutions à partir des propriétés du gaz à l'échelle microscopique.

- Calculer la valeur de la masse volumique de l'air :
  - à  $20\text{ °C}$  et sous une pression égale à 1,0 bar ;
  - au sommet de l'Everest sous 0,3 bar et  $-40\text{ °C}$ .

- Comparer, dans les mêmes conditions de température et de pression, les valeurs de la masse volumique de l'air et de l'hélium.



## 23 Gonflage d'un ballon de basket-ball

Au basket-ball, à la température habituelle, la pression de l'air dans le ballon doit être comprise entre 1,52 et 1,59 bar. On souhaite gonfler un ballon de basket-ball à l'aide d'une petite pompe manuelle (figure ci-contre). L'air est assimilé à un gaz parfait.

Données :  $R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$  et Le zéro absolu correspond à  $0 \text{ K}$  et  $-273,15 \text{ }^\circ\text{C}$ .

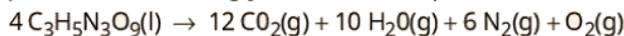
- a. Comparer** les propriétés de l'air contenu dans le ballon et dans le corps de la pompe à l'échelle microscopique.
- b. Expliquer** pourquoi l'air peut être assimilé à un gaz parfait.



- a. Calculer** la quantité de matière d'air qu'il contient.
- b. En déduire** le nombre de coups de pompe nécessaire au gonflage.
- L'échauffement du corps de la pompe conduit progressivement à une augmentation de la température de l'air expulsé. **Expliquer qualitativement** l'effet sur la quantité de matière de gaz contenu dans le volume de la pompe.

## 24 Réaction explosive

La décomposition explosive de la trinitroglycérine selon l'équation :



produit une quantité de matière de gaz 7 fois plus importante que celle du réactif consommé. On considère la décomposition à  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  d'un volume de  $10,0 \text{ mL}$  de trinitroglycérine constitué de  $7,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$ . Le mélange de gaz formé est assimilé à un gaz parfait.

Données :  $R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ .  $P_{\text{atm}} = 1013 \text{ hPa}$ . Le zéro absolu correspond à  $0 \text{ K}$  et  $-273,15 \text{ }^\circ\text{C}$ .

- a.** En considérant la réaction athermique, calculer la valeur de la pression du mélange de gaz produit et confiné dans le volume initial.
- b.** Expliquer l'effet de la variation de pression sur la température du gaz.
- À la pression atmosphérique normale, l'explosion s'accompagne d'une détente du système.
  - Calculer la valeur du volume total occupé par le mélange gazeux à la pression atmosphérique. La comparer à sa valeur initiale.
  - Expliquer qualitativement cette variation à l'échelle microscopique.



**Danger**