

Constante des gaz parfaits : $R = 8,31 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$

1 Ordres de grandeur de volumes molaires et massiques

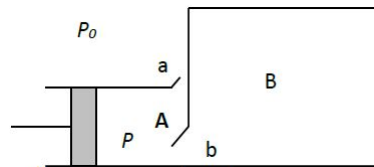
1. Calculer le volume molaire d'un gaz parfait dans les conditions usuelles de température et de pression.
2. Calculer le volume molaire de l'eau dans les conditions usuelles de température et de pression.
3. Calculer le volume massique de l'air dans les conditions usuelles de température et de pression.
4. Calculer le volume massique de l'eau dans les conditions usuelles de température et de pression.

2 Existence d'une atmosphère

Données :

- Rayon de la Terre : $R_T = 6400 \text{ km}$
 - Masse de la Terre : $M_T = 6,0 \times 10^{24} \text{ kg}$
 - Constante gravitationnelle : $\mathcal{G} = 6,7 \times 10^{-11} \text{ m}^3.\text{kg}^{-1}.\text{s}^{-2}$
1. Calculer la vitesse quadratique moyenne d'une molécule de diazote à température ambiante.
 2. Calculer la vitesse minimale d'une particule à la surface de la Terre pour qu'elle se libère de l'attraction terrestre. Conclure.

3 Principe d'une pompe à vide



On considère la pompe représentée sur la figure ci-dessus destinée à vider l'air contenu dans le compartiment B de volume V . Un piston de masse négligeable, pouvant coulisser sans frottements, effectue des aller-retours dans le corps de pompe A. À l'aller le volume du compartiment A passe de V_0 à 0 puis au retour, de 0 à V_0 . La soupape (a) ne laisse passer l'air que du compartiment A vers l'extérieur ; la (b) que du compartiment B vers le A. Au début de l'opération, la pression de l'air dans le compartiment B est égale à P_0 . Le dispositif est thermostaté, de sorte que la température de l'air reste constante. L'air est considéré comme un gaz parfait.

Établir l'expression de la pression P_k dans le compartiment B après k allers-retours du piston, en fonction de P_0 , V , V_0 et k . Que vaut $\lim_{k \rightarrow +\infty} P_k$?

4 Différentes compressions d'un gaz parfait

Un gaz parfait monoatomique est enfermé dans une enceinte cylindrique de section S , surmonté d'un piston de masse négligeable, pouvant coulisser verticalement sans frottements. On note V_0 le volume du gaz initialement à l'équilibre, et T_0 et P_0 , la température et la pression du milieu extérieur.

1. On pose sur le piston une masse $m = \frac{P_0 S}{g}$.
 - (a) Montrer que tout se passe comme si le système {gaz \cup enceinte \cup masse} était soumis aux seules forces de pression, avec une pression extérieure P_{ext} que l'on précisera.
 - (b) Les parois de l'enceinte sont supposées diathermes, c'est-à-dire qu'elles permettent le transfert thermique. Qualifier la transformation. Déterminer le volume final V_f du gaz et le transfert thermique Q reçu par le gaz.
 - (c) Les parois de l'enceinte sont supposées athermanes, c'est-à-dire qu'elles ne permettent pas de transfert thermique. Qualifier la transformation. Déterminer le volume V_f et la température T_f à l'état final.
2. Un opérateur appuie progressivement sur le piston pour amener doucement le volume du gaz à $V_0/2$.
 - (a) Les parois de l'enceinte sont supposées diathermes. Qualifier la transformation. Déterminer la pression finale du gaz P_f , le transfert thermique Q reçu par le gaz et le travail fourni par l'opérateur W_{op} . Commenter les signes de Q et W_{op} .
 - (b) Les parois de l'enceinte sont supposées athermanes. Qualifier la transformation. Peut-on déterminer la température et la pression à l'état final ?

5 Coefficient de Laplace d'un gaz parfait

Calculer le coefficient de Laplace γ d'un gaz parfait monoatomique et d'un gaz parfait diatomique.

6 Méthode des mélanges

Un calorimètre est un récipient isolé thermiquement, destiné à mesurer des transferts thermiques. Dans un calorimètre contenant initialement 100 mL d'eau à 20°C, on verse 50 mL d'eau à 80°C.

1. Estimer la température finale.
2. En réalité la température finale est de 38°C. En déduire la valeur en eau du calorimètre μ , c'est-à-dire la masse d'eau qui aurait la même capacité thermique que le calorimètre.

7 Remplissage d'une chambre à vide

On considère une enceinte de volume V , dans laquelle on a fait le vide. On ouvre le robinet de l'enceinte qui se remplit rapidement d'air, puis on referme le robinet une fois l'enceinte remplie. On note P_0 et T_0 la pression et la température de l'air ambiant. Déterminer la température dans l'enceinte juste après son remplissage.

8 Freinage d'urgence

Une voiture de masse 1 tonne roule à 90 km.h⁻¹. Le conducteur freine brutalement jusqu'à s'arrêter. Les freins d'une voiture sont principalement constitués de 4 disques d'acier de 12 cm de rayon et de 1 cm d'épaisseur.

- capacité thermique de l'acier : 500 J.K⁻¹.kg⁻¹
- masse volumique de l'acier : 8000 kg.m⁻³

Estimer la température atteinte par les disques de frein lors du freinage.

9 Température d'une résistance

On considère une résistance R , de capacité thermique C , dans l'air ambiant. On modélise la puissance thermique reçue par la résistance, échangée avec l'air, par un terme de la forme :

$$\mathcal{P}_{\text{th}} = \frac{\delta Q}{dt} = a(T_a - T)$$

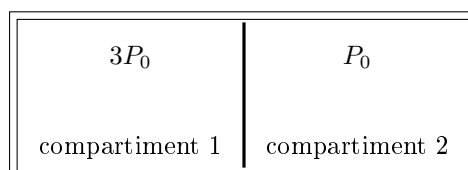
où T est la température de la résistance et T_a la température de l'air (modélisé par un thermostat). A l'instant $t = 0$, la résistance est soumise à une tension continue U .

1. Établir la loi $T(t)$. On pourra introduire un temps caractéristique τ et une température limite T_∞ .
2. Tracer l'allure du graphe $T(t)$.

10 Cylindre à deux compartiments

Un cylindre aux parois athermanes est séparé en deux compartiments, par un piston diatherme pouvant coulisser sans frottements. Chaque compartiment contient un même gaz parfait.

Le piston est initialement bloqué dans sa position centrale, de sorte que les deux compartiments ont un même volume initial V_0 . La pression dans le compartiment 1 vaut $3P_0$, tandis que la pression dans le compartiment 2 vaut P_0 . La température initiale vaut T_0 .



A un instant $t = 0$, on libère le piston et on laisse le système évoluer librement. Déterminer les températures T_1 et T_2 , les pressions P_1 et P_2 et les volumes V_1 et V_2 des deux compartiments à l'état final, en fonction de T_0 , P_0 et V_0 .