DM8

Ce DM est à rendre avant le 29/04/24

Exercice 1 – Bouteille de gaz

On s'intéresse à la bouteille d'argon d'un poste à souder. Sur la bouteille en acier de hauteur $H = 1{,}6\,\mathrm{m}$, on lit les indications suivantes : « Argon : $10\,\mathrm{m}^3$; $200\,\mathrm{bar}$ à $20\,°\mathrm{C}$ ». La bouteille est équipée d'un détendeur qui permet de délivrer l'argon à la pression atmosphérique prise égale à $1\,\mathrm{bar}$, à la même température.

1. Quel est le volume interne de la bouteille ?
2. Quel est le volume d'argon réellement utilisable à $P = 1\,\mathrm{bar}$?
3. À quelle masse de ce gaz cela correspond-il ?

Donnée : masse molaire de l'argon : $M_{\mathrm{Ar}} = 40\,\mathrm{g}\cdot\mathrm{mol}^{-1}$.

Exercice 2 – Gaz d'une lampe spectrale

Une lampe spectrale, de volume intérieur $V_0 = 3{,}0\,\mathrm{cm}^3$, contient de l'hélium sous pression réduite $P_0 = 10\,\mathrm{mbar}$, à la température $T_0 = 300\,\mathrm{K}$.

1. Exprimer, puis calculer l'énergie interne en fonction de P_0 et V_0, ainsi que la masse de ce gaz en fonction des paramètres du problème.
2. On chauffe la lampe jusqu'à ce que sa pression augmente de $5\,\%$. Quelles sont les variations de température et d'énergie interne ?

Donnée : masse molaire de l'hélium : $M_{\mathrm{He}} = 4\,\mathrm{g}\cdot\mathrm{mol}^{-1}$.

Exercice 3 – Pression des pneus

En hiver, par une température extérieure de $-10\,°\mathrm{C}$, un automobiliste règle la pression de ses pneus à $P_1 = 2{,}0\,\mathrm{atm}$, pression préconisée par le constructeur. Cette valeur est affichée par un manomètre qui mesure l'écart entre la pression des pneumatiques et la pression atmosphérique.

1. Quelle serait l'indication P_2 du manomètre en été à $30\,°\mathrm{C}$? On suppose que le volume des pneus ne varie pas et qu'il n'y a aucune fuite.
2. Calculer la variation relative de pression due au changement de température. Conclure.

Exercice n°4 Compression d'un gaz parfait

Un gaz parfait monoatomique est placé dans une enceinte cylindrique de section $S = 20\,\mathrm{cm}^2$, aux parois diathermanes, munie d'un piston. Le piston coulisse verticalement sans frottement, son poids pouvant être supposé négligeable devant les forces de pression.
Initialement, le gaz est en équilibre avec l'atmosphère $T_1 = 293\,\mathrm{K}$ et $P_1 = 1{,}0\,\mathrm{bar}$. Le volume initial de l'enceinte est de $V_1 = 5{,}0\,\mathrm{L}$ (état ①).
On pose sur le piston, une masse $M = 1{,}0\,\mathrm{kg}$. Le piston descend brusquement puis se stabilise (état ②). La compression, rapide, est supposée adiabatique.

Q1. Déterminer la pression P_2 à la fin de cette compression.

Q2. Déterminer W_{12} et Q_{12} au cours de cette compression.

Q3. Par application du premier principe et l'équation d'état des gaz parfaits, déterminer la température T_2 et le volume V_2 à la fin de la compression.

À la suite d'échanges thermiques à travers les parois du cylindre, l'équilibre thermique se fait avec l'extérieur (état ③).

Q4. Comment peut-on qualifier cette transformation ?

Q5. Déterminer la pression finale P_3 et le volume final V_3.

On repart de l'état (1) de départ, et cette fois-ci, la masse précédente M est déposée très lentement (sous forme de grains de sable) sur le piston.

Q6. Comment peut-on qualifier cette transformation ?

Q7. Déterminer la pression P_4, la température T_4 et le volume V_4 à la fin de cette compression (état ④).

Q8. Déterminer $\Delta_{14}U$, W_{14} et Q_{14} au cours de cette compression. Comparer ces grandeurs avec $\Delta_{13}U = \Delta_{12}U + \Delta_{23}U$, W_{13}, et Q_{13}. Commenter.

Exercice n°5 Chauffage d'une chambre

La chambre de Toto est séparée de l'extérieur par des murs en béton. La température régnant à l'extérieur est supposée constante égale à $T_0 = 280\,\mathrm{K}$. La température $T(t)$ à l'intérieur du local et ses murs est supposée uniforme mais non constante. La puissance perdue par la pièce à cause des fuites thermiques est égale à $\mathrm{P}_{th} = \frac{1}{R}\left(T(t) - T_0\right)$ avec $R = 2{,}00 \times 10^{-2}\,\mathrm{K{\cdot}W^{-1}}$ la résistance thermique des parois, et elle est chauffée par un radiateur délivrant une puissance $\mathrm{P} = 2{,}00\,\mathrm{kW}$. La capacité thermique du système $\{$ local + murs $\}$ est $C = 1{,}50\,\mathrm{J{\cdot}K^{-1}}$. À l'instant $t = 0$, la température est $T(0) = T_0$ et Toto allume le radiateur.

Q1. Déterminer l'expression de la fonction $T(t)$ et tracer son allure.

Q2. Calculer la température dans le local une fois le régime stationnaire établi. Toto devrait-il augmenter ou diminuer la puissance du radiateur ?

Exercice n°6 Température d'un conducteur ohmique

Un conducteur ohmique de résistance $R = 1{,}00\,\mathrm{k\Omega}$, assimilé à une phase condensée idéale de capacité thermique C, est placé dans l'air ambiant dont la température $T_0 = 293\,\mathrm{K}$ est supposée constante. On modélise les transferts thermiques entre ces deux systèmes en supposant que le conducteur ohmique à la température T reçoit pendant un intervalle de temps $\mathrm{d}t$ un transfert thermique infinitésimal $\delta Q = a(T_0 - T)\,\mathrm{d}t$ de la part de l'atmosphère. À partir de $t = 0$, le conducteur ohmique est parcouru par un courant d'intensité $I = 100\,\mathrm{mA}$ constante.

Q1. Établir l'équation différentielle vérifiée par la température T du conducteur ohmique pour $t \geq 0$. Quel est ma durée caractéristique τ du phénomène décrit par cette équation ?

Q2. Au bout d'un temps suffisamment long, le conducteur ohmique atteint une température limite $T_1 = 313\,\mathrm{K}$. En déduire la valeur du coefficient a.