
TD 4 Gaz dans le champ de pesanteur

Exercice 1 : Gonflage d'un pneu

Un pneu « tubeless » (c'est-à-dire sans chambre à air) de volume fixe $V_{\text{pneu}} = 50 \ell$ est gonflé à l'aide d'une bouteille à air comprimé de volume fixe $V_0 = 80 \ell$ et de pression initiale $p_0 = 15 \text{ bar}$. On traitera l'air comme un gaz parfait et l'on supposera que les opérations décrites se font à température constante.

1. Calculer la pression finale de la bouteille à air comprimé après avoir gonflé un pneu à la pression $p_{\text{pneu}} = 2.6 \text{ bar}$ (on négligera la pression initiale du pneu).
2. Combien de pneus peut-on gonfler à la pression p_{pneu} avec cette bouteille d'air comprimé ?

Exercice 2 : Variation de pression dans la troposphère

On modélise la troposphère (partie basse de l'atmosphère) par un gaz parfait de masse molaire $M = 29 \text{ g.mol}^{-1}$ dont la température varie avec l'altitude z , en équilibre dans le champ de pesanteur terrestre. La variation de la température est donnée par $T(z) = T_0(1 - az)$ avec $T_0 = 293 \text{ K}$ et a une constante. On prendra comme pression au sol $p_0 = 1.0 \text{ atm}$.

1. On observe une décroissance de température de 6°C tous les 1000 m . En déduire la valeur numérique de a .
2. À partir de l'équation de la statique, établir la loi de pression $p(z)$. Vérifier que l'on retrouve bien le modèle isotherme lorsque $a \rightarrow 0$.
3. Que vaut la pression à 4000 m d'altitude ? Comparer avec le modèle de l'atmosphère isotherme.

Exercice 3 : Masse de l'atmosphère terrestre

On considère que la Terre, supposée parfaitement sphérique de rayon $R_0 = 6370 \text{ km}$, est entourée d'une atmosphère isotherme à la température $T_0 = 300 \text{ K}$ que l'on modélisera par un gaz parfait de masse molaire $M = 29 \text{ g.mol}^{-1}$. On cherche à déterminer le champ de pression atmosphérique.

1. Réduire le problème à l'aide des symétries et des invariances.
2. Établir l'expression de la pression atmosphérique en négligeant les variations du champ de pesanteur (approximation que l'on justifiera à l'aide du résultat). On note p_0 la pression au niveau du sol.
3. Calculer la masse de l'atmosphère sachant que $p_0 = 1.0 \text{ atm}$.