

Thermodynamique – Chapitre 1 : Caractérisation d'un système thermodynamique à l'équilibre – Modèle du gaz parfait et des phases condensées incompressibles et indilatables



Exercices d'application

1

Volume molaire

Calculer le volume molaire V_m d'un gaz parfait dans les conditions suivantes.

1. Conditions dites « normales » de température et de pression ($\theta = 0,00^\circ\text{C}$, $p = 1,00 \text{ atm}$).
2. Dans les conditions usuelles : ($\theta = 20,0^\circ\text{C}$, $p = 1,00 \text{ atm}$)
3. $T = 373 \text{ K}$, $p = 1,00 \text{ bar}$

Remarque : il serait souhaitable que le résultat de la deuxième question soit connu.

2

Refroidissement d'un gaz supposé parfait

On considère de l'hélium contenu dans un récipient à la pression atmosphérique 1035 hPa.

1. Que devient la pression du gaz si la température de l'hélium diminue jusqu'à -260°C
2. Que devient le produit pV de ce gaz si on extrapole la courbe $pV = f(\theta)$ jusqu'à la température $-273,15^\circ\text{C}$?
3. Donner une interprétation de ce phénomène à l'échelle microscopique pour le gaz considéré.

3

Masse d'air

1. Calculer la masse molaire de l'air $M(\text{air})$ sachant que sa composition molaire est de 78 % de diazote, 21 % de dioxygène et 1,0 % d'argon.
2. Quelle est la masse d'air contenue dans un ballon de baudruche de $V = 5,0 \text{ L}$, dans les conditions normales de température et de pression ?

Données : masses molaires atomiques : $M(\text{N}) = 14,0 \text{ g.mol}^{-1}$, $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$ et $M(\text{Ar}) = 39,9 \text{ g.mol}^{-1}$

4

Pression partielle

Une enceinte fermée de volume $V = 2 \text{ L}$ contient un mélange d'hélium et de diazote gazeux à la pression de 2 bar et à la température de 25°C . Sachant que la quantité de matière de diazote dans le mélange est de 0,12 mol déterminer la pression partielle de chaque gaz et la quantité de matière d'hélium.



Exercices d'entraînement

5

Pression des pneus

Un constructeur de pneumatique recommande que sur autoroute, les pneus avant soient gonflés à une pression $p = 2,0$ bar lorsque la voiture n'a pas encore roulé ($\theta = 20^\circ\text{C}$). Un automobiliste vérifie la pression de ses pneus alors qu'il est sur une aire de repos, et il mesure $p_m = 2,3$ bar alors que ses pneus sont à la température $\theta_m = 80^\circ\text{C}$. Doit-il regonfler ou dégonfler ses pneus ?

6

Pression des pneus

Un pneu de voiture est gonflé à la température de $20,0^\circ\text{C}$ sous la pression de $2,10$ bar. Son volume intérieur, supposé constant est de 30 L.

1. Quelle quantité d'air contient-il ?
2. Après avoir roulé un certain temps, une vérification de la pression est effectuée : la pression est alors de $2,30$ bar. Justifiez cette valeur.

7

Gonflage d'une roue

Une chambre à air de volume supposé constant $V_c = 6,00$ dm³ contient initialement de l'air à $P_0 = 1,00$ bar. On veut porter sa pression à $P_1 = 5,00$ bar à l'aide d'une pompe à main, opération se déroulant à la température constante de l'atmosphère ($\theta_0 = 17,0^\circ\text{C}$). La pompe est constituée d'un cylindre de volume $V_0 = 125$ cm³ dans lequel peut coulisser un piston. L'air est prélevé dans l'atmosphère à P_0 , et refoulé dans la chambre à air à travers une valve qui permet de vider la totalité du cylindre.

1. Calculer le nombre de coups de pompe nécessaires pour gonfler la roue jusqu'à P_1
2. Quelle est la masse d'air contenue dans la roue à l'état final en fonction de ρ_0 , V_c , P_0 , P_1 ?
On donne la masse volumique de l'air ρ_0 dans les conditions ($\theta_0 = 17,0^\circ\text{C}$ et $P_0 = 1,00$ bar) : $\rho_0 = 1,20$ g.dm⁻³.

8

Plongée sous-marine

La pression atmosphérique est de 1 bar et dans l'eau, à une profondeur de 10 m, la pression vaut 2 bar. On considère un plongeur de capacité pulmonaire (volume maximal d'air dans les poumons) de 7 L.

1. Ce plongeur plonge en apnée en bloquant sa respiration, à une profondeur de 10 m après avoir gonflé ses poumons. Déterminer le volume d'air dans ses poumons à cette profondeur.
2. Ce même plongeur, plonge à 10 m à l'aide d'une bouteille contenant de l'air comprimé. L'air que le plongeur respire sort de la bouteille avec une pression égale à la pression du milieu environnant.
 - 2.1. Après avoir gonflé ses poumons, pris d'une crise de panique après avoir vu un requin, il remonte à la surface très rapidement. Que doit-il faire impérativement s'il ne veut pas souffrir d'une hémorragie pulmonaire ? Faites une analyse qualitative et quantitative.
 - 2.2. Pourquoi un plongeur en bouteille ne doit absolument pas donner de l'air à un apnéiste ?



Pour préparer l'oral

10**Question ouverte : autonomie en plongée sous-marine**

La valeur de la pression atmosphérique est de 1,0 bar. Sous l'eau la pression ressentie augmente de 1,0 bar tous les 10 m.

Un plongeur utilise une bouteille de volume indéformable de 15 L. Une fois arrivé à 40 m de profondeur il vérifie grâce à son baromètre que sa bouteille est gonflée à l'air à une pression de $p = 210$ bar. La consommation moyenne en air du plongeur a pour valeur $d = 25 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$.

Les bouteilles de plongée sont munies d'un détendeur qui permet d'abaisser la pression de l'air à l'intérieur de la bouteille jusqu'à celle des poumons du plongeur qui est égale à la pression de l'eau à la profondeur de plongée.

Quelle est la durée τ pendant laquelle le plongeur peut rester à cette profondeur sachant que par sécurité il doit remonter quand il ne reste plus que 70 bar ?