

T20. Pression d'un pneumatique

La pression d'un pneumatique est ajustée l'hiver à $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ à 2 bar , pression préconisée "à froid" par le constructeur. (Cette pression est en fait la pression relative p' par rapport à la pression atmosphérique $p_a = 1\text{ bar}$, la pression de l'air enfermé dans le pneumatique valant : $p = p' + p_a$).

Sachant que le conducteur est capable de ressentir les effets néfastes d'un écart de 10% par rapport à cette pression relative, sera-t-il nécessaire de corriger celle-ci l'été, lorsque la température sera devenue $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$? (On négligera la dilatation du pneu, l'air sera considéré comme un gaz parfait, le nombre de moles d'air sera supposé constant dans le pneu).

T21. Mes pneus chauffent docteur, c'est normal ?

Un pneu sans chambre, de volume supposé constant, est gonflé à froid, à la température $T_1 = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, sous la pression relative $p'_1 = 2,1\text{ bar}$ (donc la pression absolue est $p_1 = 3,1\text{ bar}$).

Après avoir roulé un certain temps, le pneu affiche une pression relative $p'_2 = 2,3\text{ bar}$; quelle est alors sa température ?

NB : l'air sera considéré comme un gaz parfait.

T22. Bouteille d'air

Une bouteille d'acier, munie d'un détendeur, contient dans un volume $V_i = 60\text{ L}$, de l'air comprimé sous $p_i = 15\text{ bar}$ (pression absolue). En ouvrant le détendeur à la pression atmosphérique, quel volume d'air peut-on extraire à température constante ?

NB : l'air sera considéré comme un gaz parfait. On prendra $p_a \approx 1\text{ bar}$.

T23. Gonflage à la bouteille

Un pneu de volume $V_p = 50\text{ L}$ est gonflé au moyen d'air comprimé contenu dans une bouteille de volume $V_o = 80\text{ L}$ sous $p_o = 15\text{ bar}$ (pression absolue). Si la pression relative initiale dans le pneu est nulle et la pression relative finale $p'_p = 2,6\text{ bar}$, déterminer la pression p dans la bouteille à la fin du gonflage d'un pneu, puis le nombre de pneus que l'on peut gonfler, l'opération se passant à température constante.

NB : l'air sera considéré comme un gaz parfait ; on prendra pour la valeur de la pression atmosphérique : $p_a \approx 1\text{ bar}$.

T24. Dissociation du brome

a) Quel est le volume occupé par 1 g de brome (molécule Br_2 , le dibrome) à $600\text{ }^{\circ}\text{C}$, sous la pression normale ($1,013\text{ bar}$), en supposant que c'est un gaz parfait ? On donne $M(\text{Br}) = 80\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $R = 8,314\text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$. À cette température on peut négliger la dissociation des molécules.

b) Que deviendrait ce volume à $1\text{ }600\text{ }^{\circ}\text{C}$, toujours sous la pression normale, en supposant qu'on puisse encore négliger la dissociation ?

c) L'expérience montre que ce volume est en fait $1,195\text{ L}$. Montrer que cela peut s'expliquer en considérant qu'une certaine proportion des molécules Br_2 s'est dissociée en atomes Br . Calculer le coefficient de dissociation (proportion de molécules dissociées).

T25. Dilatation de l'eau

Entre $\theta = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $\theta = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$, le volume massique de l'eau sous la pression standard est donné, en $\text{cm}^3\cdot\text{kg}^{-1}$ par :

$$u = a - b\theta + c\theta^2 - e\theta^3 \quad \text{avec } a = 999,87 ; b = 6,426\cdot 10^{-2} ; c = 8,504\ 5\cdot 10^{-3} ; e = 6,79\cdot 10^{-5}.$$

1) Calculer la température à laquelle l'eau présente un maximum de densité.

2) Calculer le coefficient de dilatation α dans les CSTP.

On indique que $\alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p$ soit, si la pression est fixée $\alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{dV}{dT} \right)$ ou $\frac{1}{V} \left(\frac{dV}{d\theta} \right)$, car $dT = d\theta$.

3) Comparer au coefficient de dilatation d'un gaz parfait sous la pression standard.

T27. Elle est fraîche !

Un corps solide indéformable (donc considéré comme indilatable et incompressible) de masse $m = 1\text{ kg}$, de capacité thermique massique $c = 460\text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$, à la température $T_1 = 350\text{ K}$, est placé dans un lac de montagne à la température $T_o = 280\text{ K}$.

1) Pourquoi peut-on considérer le lac comme un thermostat ?

2) Quelle est la température du corps lorsque celui-ci a atteint son nouvel état d'équilibre ?

3) Déterminer la variation d'énergie interne $\Delta\mathcal{E}$ du corps lors de ce refroidissement.

T29. Puissance d'une pompe.

Calculer la puissance d'une pompe servant à comprimer de 1 bar à $3,5\text{ bar}$, 1 m^3 d'air par minute, à la température constante de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. La compression sera supposée mécaniquement réversible et l'air sera assimilé à un gaz parfait.

Rép : $2,1\text{ kW}$

T30. Chauffage d'un gaz parfait

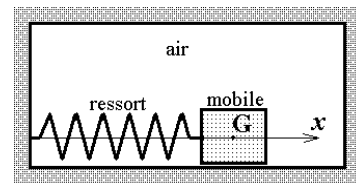
Un échantillon gazeux de diazote, de formule N_2 , assimilé à un gaz parfait, de masse $m = 56$ g, à la température $T_i = 0^\circ C$, voit son énergie interne s'accroître de 4 kJ sous l'effet de différents apports extérieurs. Calculer la température T_f atteinte à la fin du processus.

Données : $M(N) = 14$ g·mol⁻¹ ; $C_{vm} = \frac{5}{2} R$; $R = 8,314$ J·K⁻¹·mol⁻¹.

Rép : 96 °C

T 31. Bilan d'énergie et introduction à la thermodynamique.

Considérons le système ci-contre, délimité par une paroi rigide et athermane (c'est-à-dire thermiquement isolante) constitué d'un ressort, d'un mobile solide de masse m et de barycentre G, et de l'air contenu dans le volume fermé. Caractéristiques du ressort : masse négligeable, raideur k , longueur à vide l_v . La masse de l'air est négligée ; sa viscosité provoque des frottements fluides sur le ressort et le mobile.



Nous ferons l'étude énergétique de ce système dans le référentiel lié à la paroi, supposé galiléen.

À $t = 0$, on écarte le mobile de x_0 vers la droite, et on le lâche sans vitesse initiale.

- 1) Quel est le barycentre du système {ressort + mobile + air} ?
- 2) Effectuer le bilan des actions extérieures puis intérieures au système {ressort + mobile + air}. En déduire l'énergie potentielle du système. On en prendra l'origine dans la position d'équilibre, c'est-à-dire lorsque l'allongement du ressort est nul.
- 3) Montrer sans calcul que l'énergie mécanique du système diminue (on utilisera le théorème de l'énergie mécanique). Exprimer sa variation entre $t = 0$ et $t = +\infty$.
- 4) Interprétation thermodynamique.
On pose \mathcal{E}_{qu} : énergie cinétique microscopique de l'air. Cette énergie non prise en compte en mécanique est proportionnelle à la température absolue du fluide.
En admettant que la quantité $\mathcal{E} = \mathcal{E}_m + \mathcal{E}_{qu}$ est constante, montrer que la température de l'air augmente.
- 5) Application numérique : $x_0 = 10$ cm ; $k = 100$ N·m⁻¹ ; $\mathcal{E}_{qu} = 2T$. Calculer ΔT .

T32. Compression d'un solide.

Un solide a un coefficient de compressibilité isotherme $\chi_T = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial p} \right)_T$ qu'on supposera constant, (c'est-à-dire

indépendante de V , p , et T). Il subit une transformation isotherme telle que la pression passe des valeurs p_1 à p_2 .

- 1) Pourquoi peut-on supposer que la transformation est mécaniquement réversible ?
- 2) Calculer le travail reçu par ce solide. Application numérique : $\chi_T = 10^{-11}$ Pa⁻¹ ; $p_1 = 1$ bar, $p_2 = 100$ bar, $V = 1$ L.
Note : on supposera la variation de volume du solide suffisamment faible pour être négligée devant le volume lui-même. Vérifier cette hypothèse.
- 3) Comparer au travail que recevrait un gaz parfait de même volume initial sous la pression p_1 , lors d'une augmentation identique de la pression.

T34. Calculs de différents travaux reçus par un gaz parfait

On comprime une masse de 1 kg d'air, de température $T_i = 300$ K et de pression $p_i = 2,0$ bar, de telle sorte que son volume initial soit réduit de moitié. Sachant que l'air peut être considéré comme un gaz parfait diatomique, de masse molaire $M = 29$ g·mol⁻¹, calculer le travail qu'il reçoit dans les évolutions mécaniquement réversibles suivantes. On donne $R = 8,314$ J·K⁻¹·mol⁻¹ et $\gamma = 7/5$.

- 1) La compression se fait à la pression constante p_i .
- 2) La compression est isotherme à la température T_i .
- 3) La compression est adiabatique. Justifier l'emploi de la loi de Laplace ($pV^\gamma = cste$). En déduire T_f .

Montrer que $W = \frac{5}{2} nR\Delta T$

- 4) La compression suit la loi : $pV^k = cste$, dite loi des transformations polytropiques.
Comparer graphiquement ce cas aux précédents en supposant $1 < k < \gamma$