

Travaux Dirigés de thermodynamique Texte 2

I. Gaz Parfait

On considère un gaz parfait dans des conditions normales de température et de pression (0°C , 1 atm).

- 1- a - calculer le nombre de molécules par unité de volume.
b - déterminer un ordre de grandeur de la distance entre molécules ; comparer à la taille d'une molécule.
- 2- Mêmes questions pour l'eau liquide dont la masse volumique est 10^3Kg m^{-3} et la masse molaire 18g mol^{-1} .

II. Thermique du corps humain

Pour étudier grossièrement la thermique d'un corps humain, on va admettre ici qu'un individu adulte peut être modélisé en première approximation comme une enveloppe convexe isotherme de surface $S = 1,2\text{ m}^2$ et de température $T = 30^{\circ}\text{C}$. On suppose que l'individu étudié est installé dans une pièce d'habitation dont l'air est à une température $T_{\text{air}} = 22^{\circ}\text{C}$ et dont les murs sont à une température $T_{\text{mur}} = 18^{\circ}\text{C}$.

- 1- Estimez la perte énergétique de l'individu par échange convectif avec son environnement en admettant que le coefficient d'échange convectif correspondant est $h = 3\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$.
- 2- Quelle est la puissance radiative émise par l'individu en admettant que sa surface se comporte comme une surface noire ?
- 3- Quelle est la puissance radiative reçue par l'individu en admettant que le rayonnement incident est approximativement un rayonnement de corps noir à la température T_{mur} (l'air est supposé transparent au rayonnement infrarouge).
- 4- Quelle est la perte énergétique totale de l'individu par échange thermique avec son environnement ?
- 5- Que se passe-t-il si la configuration thermique est maintenant celle d'une maison froide dont on vient de réchauffer l'air avec un système de chauffage performant ($T_{\text{air}} = 22^{\circ}\text{C}$) mais dont les murs sont restés à une température $T_{\text{mur}} = 5^{\circ}\text{C}$?

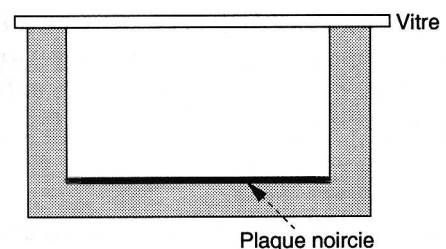
III. Chambre de combustion

On étudie une chambre de combustion cylindrique de diamètre $D = 0,5\text{ m}$ et de hauteur $H = 2,5\text{ m}$. La paroi du cylindre est constituée principalement d'un isolant d'épaisseur $e = 5\text{cm}$ et de conductivité $\lambda = 0,1\text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$. Des thermocouples collés sur les deux faces de cette paroi permettent d'estimer les températures de surface intérieure T_{int} et extérieure T_{ext} . En régime étale (état stationnaire), on mesure $T_{\text{int}} = 1600\text{K}$ et $T_{\text{ext}} = 350\text{K}$. On admettra que le gaz au cœur de la chambre est quasi-isotherme à une température d'environ $T_{\text{gaz}} = 2000\text{K}$.

- 1- Décrire qualitativement le profil de température dans le gaz à proximité de la paroi, ainsi qu'au sein de l'isolant.
- 2- En admettant que l'on peut négliger la courbure de la paroi et raisonner en modèle unidimensionnel, montrer qu'à l'état stationnaire le profil de température est linéaire au sein de l'isolant.
- 3- Calculer le flux thermique traversant la paroi par conduction.
- 4- En déduire le flux thermique échangé » par convection entre la face interne et le gaz (on négligera les échanges radiatifs en admettant que la face interne est revêtue d'une couche d'aluminium polie réfléchissant quasi-entièrement le rayonnement infrarouge)
- 5- Estimez le coefficient d'échange convectif le long de la face interne.

IV. Effet de serre

On interpose une vitre au-dessus d'une plaque (cf. figure). L'ensemble est soumis au rayonnement solaire. Celui-ci est supposé arriver normalement à la vitre et à la plaque. La plaque est noircie et assimilée à un corps noir. La vitre est supposée totalement transparente au rayonnement solaire et absorbant totalement le rayonnement émis par la plaque.



On suppose les échanges thermiques purement radiatifs et l'équilibre radiatif de la plaque et de la vitre atteint. On note T_p la température de la plaque, T_v la température de la vitre, φ_s le flux surfacique solaire, φ_v le flux surfacique émis par une des faces de la vitre, φ_{pla} le flux surfacique émis par la plaque.

- a) Ecrire le bilan thermique de la vitre et de la plaque. On écrira dans chaque cas les expressions des flux partants et incidents
- b) En déduire les valeurs de T_p et de T_v
- c) Commentaire ?

On donne : constante de Stefan = $5,67 \times 10^{-8}$ S.I. ; $\varphi_s = 600 \text{ Wm}^{-2}$