

Thermodynamique - juillet 2008

L2 mention physique - Université Paul Sabatier

I Cycle : questions générales

1. Que vaut la variation d'une fonction d'état sur un cycle? Pourquoi?
2. Que vaut la somme des travaux sur un cycle? Pourquoi?
3. Dessiner le cycle d'un moteur de Carnot sur un graphe $p(V)$ puis $T(S)$ sachant que le cycle de Carnot est composé de 2 adiabatiques et de 2 isothermes réversibles.

II Double vitrage : analyse

Dans un catalogue commercial, il est écrit : "Vous pouvez économiser 148 kWh/m^2 pour un double vitrage peu émissif avec lame d'argon situé plein sud, contre 121 kWh/m^2 pour un double vitrage peu émissif et 41 kWh/m^2 pour un double vitrage ordinaire."

1. Expliquer le principe du double vitrage.
2. A votre avis, pourquoi l'argon est plus intéressant que l'air.
3. Quel traitement utiliseriez-vous pour rendre la surface du verre moins émissive?

III Transvasement d'air comprimé

Les plongeurs sous-marins utilisent une petite bouteille d'air comprimé pour gonfler leur bouée de stabilisation. On utilise une grande bouteille de volume $V_1 = 20 \text{ L}$ et de pression $p_1 = 200 \text{ bar}$ pour remplir la petite bouteille de volume $V_0 = 0,5 \text{ L}$ à la pression initiale $p_0 = 1 \text{ bar}$. La température extérieure vaut $T_0 = 300 \text{ K}$. Le gaz sera traité comme un gaz parfait.

1. En procédant extrêmement lentement, on réalise un transvasement isotherme. Que vaut la pression finale? On calculera le nombre de mole totale $n_0 + n_1$.
2. La pression et la température de l'air diminue dans la grande bouteille du fait de la détente. On suppose que le gaz dans la grande bouteille subit une détente isentropique. La transformation est suffisamment rapide pour négliger tout échange de chaleur avec les parois. Les bouteilles ne se déforment évidemment pas.
 - (a) Ecrire l'équation d'état du gaz dans la bouteille 0 et 1. On notera n la variation du nombre de moles de la grande bouteille. n_0 et n_1 correspondent respectivement au nombre de moles avant la détente. On supposera que la température dans les 2 récipients identique avant ouverture, peut être différente à la fin de la transformation et que l'équilibre mécanique est atteint (la pression finale sera notée p_f).
 - (b) Ecrire la variation d'énergie interne qui portera sur $n_1 - n$ et $n_0 + n$ moles de gaz dans un premier temps et sur les échanges (travail, chaleur) avec l'extérieur.
 - (c) En déduire la pression finale p_f .
3. Est-il normal de trouver des pressions identiques pour les 2 transferts? Répondre en considérant l'énergie interne.

IV Durée typique de décroissance de la pression

Un grand récipient de volume $V = 20 L$, servant de thermostat ($T = 300 K$) contient un gaz parfait monoatomique (argon). On supposera que les atomes se déplacent tous à la vitesse moyenne $\langle v \rangle_N = \sqrt{3RT/M}$, avec $R = 8.3145 J.K^{-1}.mol^{-1}$ et $M = 40 g.mol^{-1}$ suivant 3 directions de l'espace (chaque direction contenant 2 sens). La pression initiale est $p_0 = 1 bar$. Une pompe, de section $s = 1 mm^2$, élimine du récipient tout atome l'atteignant.

1. Soit $N(t)$ le nombre d'atome dans le grand récipient. Evaluer le nombre dN d'atomes du gaz qui sont éliminés entre les instants t et $t + dt$.
2. Comment évolue la pression $p(t)$ dans le grand récipient? Calculer la durée t au bout de laquelle la pression p dans le grand récipient est divisée par 100.