Université de Nice-Sophia Thermodynamique (L2 SM)

Examen du 16 décembre 2009

Durée : 2h. La rédaction doit être précise et concise. On reportera les numéros des questions et sous-questions sur la copie d'examen. Aucun document n'est autorisé.

A. Formation de glace

Une mole de gaz parfait se trouve dans un cylindre muni d'un piston. Ce cylindre contenant le gaz est plongé dans de l'eau à la température $T = 0°C$. Dans ces conditions la pression du gaz est $P_1 = 2.718$ atm et le volume occupé est V_1.

1. On détend le gaz de façon isotherme réversible jusqu'à la pression $P_2 = 1$ atm. Calculer le travail mécanique fourni par le gaz (on rappelle la constante des gaz parfaits $R = 8.32$ $J.K^{-1}.mol^{-1}$).
2. Déterminer l'énergie thermique absorbée par le gaz.
3. La chaleur latente de fusion de la glace étant $L = 334.4$ J/g, calculer la masse m de glace formée dans l'eau qui entoure le cyclindre.
4. Calculer la variation d'entropie du gaz au cours de la détente considérée.

B. Cycle moteur de Carnot avec un gaz de van der Waals

1. Ecrire la variation d'entropie dS d'un corps lorsque sa température varie de dT et son volume de dV. En déduire la variation infinitésimale d'énergie interne $dU(T, V)$.
2. En appliquant le théorème de Schwarz aux différentielles dS et dU montrer que $l = T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V$.
3. On rappelle l'équation d'état pour une mole de gaz de van der Waals :
$$(P + \frac{a}{V^2})(V - b) = RT \tag{1}$$
Donner l'expression de l pour une mole de gaz décrit par le modèle de van der Waals. En déduire dans ce cas l'expression de l'énergie interne $U(T, V)$.
4. Etablir la relation qui lie T et V le long d'une adiabatique pour un gaz de van der Waals.
5. Une mole de gaz de van der Waals décrit de manière réversible un cycle ABCD moteur de Carnot. On considérera C_V comme constant . Représenter le cycle ABCD dans le plan de Clapeyron. Le point A correspondra au volume le plus grand.

6. Etablir pour chaque temps AB, BC, CD, DA les expressions des travaux $W_{ij}(T_i, V_i, V_j)$ en précisant leur signe .
7. Etablir pour chaque temps AB, BC, CD, DA les expressions des échanges d'énergie thermique $Q_{ij}(T_i, V_i, V_j)$ en précisant leur signe .
8. En déduire le rendement η_r de ce moteur en fonction des volumes et des températures aux différents points du cycle .
9. En utilisant la relation de l'adiabatique établie au point (4.) calculer le rendement η_r en fonction des températures extrêmes du cycle.
10. Comparer le rendement η_r avec celui que l'on obtient pour un gaz parfait et commenter le résultat.

C. Optimiser l'efficacité d'un réfrigérateur

Au moyen d'un argument quantitatif justifier en quelques lignes l'idée intuitive que pour augmenter l'efficacité d'un réfrigérateur dans une cuisine il faut placer celui-ci dans un endroit aéré et éloigné de toutes sources de chaleur (four, chauffage, etc...).