

Partiel du 29 octobre 2010

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.

Equation d'état à partir des coefficients α et χ_T [5 pts]

On rappelle qu'en thermodynamique $\alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$ désigne le coefficient de dilatation thermique *isobare* et $\chi_T = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T$ le coefficient de compressibilité *isotherme*.

On considère un gaz pour lequel :

$$\alpha = \frac{R}{RT + bP}; \quad \chi_T = \frac{RT}{P(RT + bP)},$$

où R et b sont des constantes.

Trouver l'équation d'état de ce gaz relative à une mole.

Détente de Joule-Gay Lussac [12 pts]

Un récipient à parois adiabatiques est séparé en deux compartiments de même volume V_0 par une paroi rigide et escamotable. A l'état initial l'un des compartiments est vide, l'autre contient un gaz dans les conditions P_0, T_0 . On supprime la paroi médiane sans fournir de travail et on attend l'équilibre P_1, T_1 . On s'intéresse à la variation de température $T_1 - T_0$ du gaz lors de cette transformation.

1. Déterminer la dérivée $\left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T$ en fonction de P et de la dérivée de P par rapport à T .
Indication : Ecrire $dU(S, V)$, puis y substituer l'expression de $dS(T, V)$, et utiliser la relation de Maxwell $\left(\frac{\partial S}{\partial V} \right)_T = \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V$.
On suppose d'abord que le gaz est un gaz parfait.
 - (a) Quelle est la variation d'énergie interne du gaz lors de la transformation décrite ci-dessus ?
 - (b) Déterminer la variation de température $T_1 - T_0$ du gaz au cours de cette transformation.
 - (c) Donner l'expression de la variation d'entropie du gaz ainsi que son signe dans cette transformation.

3. On suppose ensuite que le gaz est décrit par l'équation de Van der Waals :
 $(P + \frac{A}{V^2})(V - B) = nRT$. Déterminer dans ce cas la variation de température $T_1 - T_0$ du gaz lors de la même transformation.
4. On considère encore la même détente, mais en supposant cette fois que le récipient possède des parois perméables aux échanges thermiques, et qu'il est plongé dans une masse d'eau de capacité thermique C_l .
 A l'état initial l'ensemble récipient + eau est à T_0 . De nouveau, on supprime la paroi médiane, et on attend l'équilibre P_2, T_2 .
 Déterminer la variation de température $T_{2,*} - T_0$ du gaz lors de cette transformation décrite en supposant :
 - (a) que le gaz est parfait
 - (b) qu'il s'agit d'un gaz de van der Waals
5. Donner sans calcul le signe de la variation d'entropie du système en justifiant votre réponse.

Questions sur les changements de phase [3 pts]

Vous porterez vos réponses aux questions suivantes dans un tableau à deux colonnes : dans la première colonne indiquez le numéro de la question (1-6) et dans la seconde colonne écrivez soit **V** (pour vrai) ou **F** (pour faux), ou aucune réponse si vous ne savez pas.

1. Le changement de phase gaz-liquide d'un corps pur ne peut s'observer que dans l'intervalle de températures comprises entre la température du point triple, T_t , et la température du point critique de ce corps.
2. Pour des températures inférieures à T_t , il est impossible d'obtenir une phase solide à partir d'une phase gazeuse sans passer par la formation d'une ou de plusieurs particules solides initiales.
3. Pour des températures supérieures à T_t , il est impossible d'obtenir une phase liquide à partir d'une phase gazeuse sans passer par la formation d'une ou de plusieurs gouttelettes initiales.
4. Il est impossible de liquéfier un gaz en chauffant celui-ci.
5. Le degré d'humidité de l'air est donné par la fraction molaire de l'eau vapeur dans l'air.
6. Le phénomène de surfusion ne peut s'observer qu'avec un corps pur qui, comme l'eau, possède une phase solide plus volumineuse que la phase liquide.