

Une page A4 (recto simple) manuscrite de résumé de cours est autorisée. Elle doit être rendue avec la copie. La rédaction et la justification des réponses seront prises en compte dans la notation.

Gaz réel

Une mole de fluide simple obéit à l'équation d'état,

$$P.(V - b) = RT$$

où P est la pression, T la température, V le volume, b le volume exclu molaire et R la constante des gaz parfaits. b est donc un paramètre de l'équation d'état dépendant de la nature du gaz et pas une variable d'état.

L'échange de chaleur au cours d'une transformation élémentaire réversible s'écrit à l'aide des coefficients calorimétriques C_v , C_p (chaleurs spécifiques molaires), ℓ et k sous la forme :

$$\delta Q_{\text{rev}} = C_v dT + \ell dV \quad (1)$$

$$\delta Q_{\text{rev}} = C_p dT + k dP \quad (2)$$

avec $\ell = T \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V$ et $k = -T \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$.

1°) Exprimer les coefficients calorimétriques ℓ et k ainsi que la différence $C_p - C_v$ en fonction des paramètres et/ou des variables de l'équation d'état (R , P , V , T et/ou b). Commenter les résultats obtenus par rapport à ceux relatifs à l'état gazeux parfait.

2°) Ecrire les expressions différentielles de l'énergie interne dU et de l'enthalpie dH . Vous exprimerez dU en fonction de C_v et dH en fonction de C_p . Commenter les résultats obtenus par rapport à ceux relatifs à l'état gazeux parfait.

3°) A partir d'un état initial A défini par $P_A = 1\text{bar}$, $V_A = 25,5$ litres et $T_A = 300$ K, une mole de gaz subit une transformation adiabatique réversible

a) Calculer le volume exclu molaire b .

b) Etablir en les démontrant les relations entre P et V d'une part, entre T et V d'autre part au cours de cette transformation adiabatique réversible. On fera intervenir le rapport $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$.

c) La transformation envisagée permet d'atteindre l'état B défini par $P_B = 10$ bar. On admettra que $C_v = \frac{5}{2}R$. Calculer la température T_B , le volume V_B atteints ainsi que le travail échangé par la mole de gaz avec l'extérieur.

4°) A partir de l'état initial A défini à la question précédente, le gaz subit une transformation adiabatique irréversible provoquée par une brusque augmentation de la pression extérieure à l'instant initial de la transformation, de 1 à 10 bar, cette dernière valeur de la pression extérieure se maintenant constante pendant toute la transformation. En fin de transformation, le gaz atteint donc un état d'équilibre C de pression $P_C = 10$ bar.

- a) Calculer la température T_C et le volume V_C dans l'état C.
- b) Calculer la variation d'entropie de la mole de gaz au cours de cette transformation.
- c) Aurait-on pu prévoir la valeur et/ou le signe de cette variation ΔS ? Justifier.