

NOM

PRÉNOM

NOM DE L'ASSISTANT

Exercice à la maison n°3

À rendre le 13 mars 2018

Solution de l'exercice

1. Le point K se nomme « point critique ».
2. $T_2 > T_1$.
3. AB est dans la phase liquide, BC correspond au palier de liquéfaction, et CD est dans la phase gazeuse.
4. La pression de vapeur saturante à la température T_2 s'obtient en suivant l'isotherme jusqu'au palier de liquéfaction : il s'agit de P_2 .
5. Le volume molaire de la phase liquide le long de l'isotherme T_1 au niveau du palier de liquéfaction est constante et vaut $V_{\mu 1}$.
6. Le volume molaire de la phase gazeuse le long de l'isotherme T_1 au niveau du palier de liquéfaction est constante et vaut $V_{\mu 4}$. C'est le volume molaire du mélange liquide+gaz qui varie, puisque les proportions de ce mélange varient le long du palier de liquéfaction.
7. Le long du palier de liquéfaction, la conservation de la matière permet d'écrire : $n = n_G + n_L$, avec n_G le nombre de moles en phase gazeuse et n_L le nombre de moles en phase liquide (n est constant). Soit V_L le volume initial de liquide et V_G le volume final de gaz. On dénote également par $v_{\mu L}$ et $v_{\mu G}$ les volumes molaires des phases liquide et gazeuse, que l'on sait rester constants le long du palier de liquéfaction (voir questions 5 et 6). Par définition, le volume du mélange s'écrit :

$$\begin{aligned} V &= n_L v_{\mu L} + n_G v_{\mu G} \\ &= n_L v_{\mu L} + (n - n_L) v_{\mu G} \\ &= n_L (v_{\mu L} - v_{\mu G}) + n v_{\mu G} \\ &= n_L (v_{\mu L} - v_{\mu G}) + V_G. \end{aligned}$$

Ainsi, la fraction molaire x en phase liquide vaut :

$$x = \frac{n_L}{n} = \frac{1}{n} \frac{V - V_G}{v_{\mu L} - v_{\mu G}} = \frac{1}{n(v_{\mu L} - v_{\mu G})} V - \frac{V_G}{n(v_{\mu L} - v_{\mu G})}.$$

La fraction molaire x varie donc bien de façon linéaire en fonction du volume V du mélange le long du palier de liquéfaction.

8. La fraction molaire x en phase liquide a été calculée à la question précédente. Il nous reste à calculer la fraction volumique η en phase liquide, qui s'écrit par définition : $n_L v_{\mu L} / V$. En utilisant l'expression pour V trouvée à la question précédente, on obtient :

$$\begin{aligned}\eta &= \frac{n_L v_{\mu L}}{n_L(v_{\mu L} - v_{\mu G}) + n v_{\mu G}} \\ &= \frac{n_L}{n_L \left(1 - \frac{v_{\mu G}}{v_{\mu L}}\right) + n \frac{v_{\mu G}}{v_{\mu L}}} \\ &= \frac{\frac{n_L}{n}}{\frac{n_L}{n} \left(1 - \frac{v_{\mu G}}{v_{\mu L}}\right) + \frac{v_{\mu G}}{v_{\mu L}}} \\ &= \frac{x}{x \left(1 - \frac{v_{\mu G}}{v_{\mu L}}\right) + \frac{v_{\mu G}}{v_{\mu L}}}.\end{aligned}$$

On observe que la fraction volumique η en phase liquide ne varie pas linéairement avec V le long du palier de liquéfaction, contrairement à x .