

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.

- La fraction molaire  $x$  en phase liquide a été calculée à la question précédente. Il nous reste à calculer la fraction volumique  $\eta$  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 :

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

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