

Formule de Duperray.

La vapeur d'eau saturante suit entre 100 °C et 300 °C la loi de Duperray : $p_s(\theta) = p_o \left(\frac{\theta}{100} \right)^4$

où $P_s(\theta)$ est la pression de vapeur saturante exprimée en bars et θ la température d'équilibre exprimée en °C.

La vapeur d'eau sera assimilée à un gaz parfait et l'eau liquide sera supposée indilatable et incompressible.

Données :

Pression $p_o = 1,0$ bar ; Constante des gaz parfaits : $R = 8,314$ J. K⁻¹.mol⁻¹.

Volume massique de l'eau liquide : $v_L = 1$ dm³.kg⁻¹ ;

Masse molaire de l'eau liquide : $M_{H_2O} = 18$ g.mol⁻¹ ;

1. Tracer, *avec soin*, les isothermes $\theta_1 = 150$ °C et $\theta_2 = 200$ °C dans le diagramme de Clapeyron (p, v) avec v le volume massique.

(échelle : ordonnées, 1 cm pour 1 bar ; abscisses, 2 cm pour 50 dm³. kg⁻¹).

Ces tracés, qui seront exploités aux questions suivantes, devront être justifiés en se souvenant que le texte précise que l'eau liquide constitue un fluide incompressible et indilatable et en se posant la question du modèle que l'on peut adopter pour l'eau dans la phase vapeur.

2. Déterminer le titre massique x_{1V} en vapeur d'eau sur le palier de liquéfaction à $\theta_1 = 150$ °C, pour une valeur du volume total des deux phases égal au volume massique de la vapeur à 200°C $v = v_{2V}$ 200°C .Indiquer sur la courbe la position de ce point que l'on notera M_1 .

3. Soit un mélange liquide-vapeur à $\theta_1 = 150$ °C caractérisé par $x'_{1V} = \frac{x_{1V}}{2}$.

Indiquer sur le tracé la position de ce point noté M_1' .

On réalise un chauffage isochore jusqu'à θ_2 . L'état d'équilibre est caractérisé par le point M_2'

Décrire l'évolution observée, la tracer sur le diagramme et déterminer dans l'état final correspondant le titre en vapeur x'_{2V} . Placer sur la courbe le point M_2' .

4. Soit un mélange liquide-vapeur à $\theta_1 = 150$ °C caractérisé par $x''_{1V} = 2x_{1V}$.

Indiquer sur le tracé la position de ce point noté M_1'' .

On réalise un chauffage isochore jusqu'à θ_2 . L'état d'équilibre est caractérisé par le point M_2'' que l'on placera sur la courbe.

Déterminer graphiquement et par le calcul la pression dans l'état final.

Soit θ_3 la température à laquelle l'équilibre liquide-vapeur est rompu lors de la transformation. Montrer que cette température est solution d'une équation du quatrième degré. En utilisant votre calculatrice, déterminer la valeur de cette température.