

DEVOIR DE CONTROLE

Épreuve de Physique  
(2<sup>ème</sup> Année de Préparation Biologie - Géologie)

Mercredi 31 Octobre 2018 de 8h30 à 10h30

**Problème 1**

Au voisinage de la température  $T$  la longueur  $L$  d'une barre de plastique dépend de la tension  $f$  appliquée selon la loi  $f = aT^2(L - L_0)$ , où  $a$  est une constante positive et  $L_0$  la longueur de la barre au repos. Lorsque la longueur de la barre est  $L_0$ , sa capacité calorifique à longueur constante est  $C_L(T, L_0) = bT$  où  $b$  est une constante positive.

On pose, pour une transformation infinitésimale réversible,  $\delta Q = C_L dT + h dL$ , et  $\delta w = f dL$ .

1- Exprimer la différentielle  $df$  de la tension  $f(T, L)$  et en déduire l'expression de  $\left(\frac{\partial L}{\partial T}\right)_f$ .

Comment varie  $L$  lorsque  $T$  augmente.

2- Ecrire le second principe de la thermodynamique et la variation élémentaire de l'énergie libre  $F$  pour cette transformation.

3- Déterminer les expressions des coefficients calorimétriques  $h$  et  $C_L$ .

4- En écrivant que  $dF$  et  $dS$  sont des différentielles totales, montrer que :

a-  $h = -2aT^2(L - L_0)$

b-  $\left(\frac{\partial C_L}{\partial L}\right)_T = -2aT(L - L_0)$

c- Déduire que l'expression complète de  $C_L(T, L)$  est :  $C_L(T, L) = T[b - a(L - L_0)^2]$

5- On fait subir à la barre une traction adiabatique réversible à partir de l'état  $(T_0, L_0)$ .

a- Calculer l'expression de  $\frac{dT}{T}$ .

b- Déterminer la variation de température  $\Delta T = T - T_0$  supposée petite ( $\Delta T \ll T_0$ ).

**Problème 2**

1- Donner l'allure du diagramme d'état  $(P, T)$  de l'eau pure existant sous ses trois phases.  $P$  et  $T$  désignent respectivement la pression et la température de l'eau.

2- Préciser la signification physique de chaque courbe de ce diagramme et des domaines qu'elle délimite.

3- Définir le point triple et le point critique.

4- Tracer l'allure des isothermes  $T < T_c$  ;  $T = T_c$  et  $T > T_c$  dans le diagramme de Clapeyron  $(P, v)$  de l'eau pure constituée de deux phases liquide et vapeur en équilibre où  $v$  représente le volume massique de l'eau pure et  $T_c$  sa température critique.

Représenter sur le même diagramme les courbes d'ébullition et de rosée. Définir la pression de la vapeur saturante  $P_s$ , et l'indiquer sur le diagramme.

5- Quelles sont les caractéristiques de l'isotherme critique.

6- Le titre massique en vapeur est défini par le rapport de la masse de la vapeur  $m_v$  à la masse totale  $m$ ,

$$x_v = \frac{m_v}{m}.$$

Monter que ce titre s'écrit sous la forme :  $x_v = \frac{v-v_l}{v_v-v_l}$

Les indices  $l$  et  $v$  indiquent respectivement les phases liquide et vapeur ;  $v_v$  et  $v_l$  sont respectivement les volumes massiques des phases vapeur et liquide.

7- On désigne par  $h$  l'enthalpie massique de l'eau pure ; et  $h_v$  et  $h_l$  les enthalpies massiques respectives des

phases vapeur et liquide. Monter que  $x_v = \frac{h-h_l}{h_v-h_l}$

8- On désigne par  $L_v(T)$  la chaleur latente de vaporisation d'un corps pur à la température  $T$ . Donner la relation liant  $L_v(T)$  à  $h_v(T)$  et  $h_l(T)$ .

### Problème 3

Un calorimètre contient une masse  $m_1 = 250g$  d'eau. La température initiale de l'ensemble est  $\theta_1 = 18^\circ C$ .

On ajoute une masse  $m_2 = 300g$  d'eau à la température  $\theta_2 = 80^\circ C$ .

1- Quelle serait la température d'équilibre thermique  $\theta_e$  de l'ensemble si la capacité thermique du calorimètre et de ses accessoires est négligeable ?

2- On mesure en fait une température d'équilibre thermique  $\theta_e = 50^\circ C$ . Déterminer la capacité thermique  $C$  du calorimètre et de ses accessoires.

Données: Chaleur massique de l'eau :  $c_e = 4185 J.kg^{-1}.K^{-1}$  ; Masse volumique de l'eau :  $\mu = 1000 kg.m^{-3}$ .