

EXAMEN (session de Février 2020)

Durée: 03 heures

Questions de cours

Expression des fonctions caractéristiques dans un système électrique composé d'un diélectrique et d'un champ électrique.

L'énergie interne U est fonction de l'entropie S , de la masse M , du Volume V et de l'induction électrique D du diélectrique. En considérant M et V constant, $dU = TdS + V\vec{E}d\vec{D}$.

1. Retrouver l'expression des fonctions caractéristiques électriques F^* , G^* , H^* et les différentielles dF^* , dG^* , dH^* .
2. Commenter

Exercice 1

Une masse $m = 56$ g d'azote (gaz diatomique supposé parfait) subit une détente irréversible isotherme dans le vide (détente de Joule), d'une pression initiale de 2 atmosphères à la pression atmosphérique normale.

Déterminer la variation d'entropie du gaz, de deux manières :

1. en imaginant un processus réversible isotherme;
2. en imaginant une détente adiabatique réversible, jusqu'à la pression atmosphérique, suivie d'un échauffement réversible isobare.

On donne : constante des gaz parfaits: $R = 8,32$ S.I, la masse molaire de l'azote N_2 est $M = 28$ g.

Exercice 2

On mélange sous la pression atmosphérique, $M_1 = 10$ kg d'eau à $\theta_1 = 27^\circ\text{C}$ et une masse $M_2 = 1$ kg de glace à $\theta_2 = -10^\circ\text{C}$.

1. Déterminer la température d'équilibre du mélange.
2. Déterminer littéralement puis numériquement la variation d'entropie du système.

Chaleur massique de l'eau $C_1 = 4,18$ J/g.deg; Chaleur massique de la glace $C_2 = 2,15$ J/g.deg;
Chaleur latente de fusion de la glace à 273K $L_f = 336$ J/g.

Exercice 3

1. La pression maximale de la vapeur d'eau (en atmosphères) entre 0 et 130°C est exprimée en fonction de la température absolue T , par la formule empirique de Rankine:

$$\ln P = A^{-\frac{5120}{T}}$$

(A étant une constante) avec une précision de 1%.

La chaleur de vaporisation de l'eau, loin du point critique, est donnée par la formule de Regnault:

$$L_{kj/kg} = 3335 - 2,91T$$

- (a) Calculer le volume massique de la vapeur saturante, à 100°C, sous la pression atmosphérique.
- (b) Comparer le résultat obtenu à celui que l'on obtiendrait en assimilant la vapeur d'eau à un gaz parfait.
2. On introduit 1 gramme d'eau dans un récipient de 1 litre initialement vide. Quelles sont les proportions respectives de liquide et de vapeur en présence à 50°C ?
3. Le récipient de volume invariable est initialement rempli d'air à 50°C, sous 1 atmosphère, on introduit 1 gramme de vapeur d'eau à 50°C. La pression totale du mélange est 1,116 atmosphères.
- (a) La vapeur d'eau est-elle sèche ou saturante?
- (b) On chauffe le mélange jusqu'à 90°C. Déterminer la pression finale du mélange.

On rappelle que l'eau bout à 100°C sous la pression atmosphérique normale.

On donne:

- masse volumique de l'eau liquide: $\rho_l = 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$ (supposée indépendante de la température);
- 1 atm = 10^5 Pa ;
- 1 cal = 4,2 J.

