PROBLEME

ELECTRO-THERMO-OPTIQUE

- CCP DEUG 2004 : Physique 1 -

• **ENONCE :** « Electro-Thermo-Optique »

- Partie A : Circuits électriques: quartz piézo-électrique –

On considère, comme schéma électrique simplifié équivalent d'un quartz piézo-électrique destiné à servir d'étalon de fréquence dans une horloge, un dipôle *AB* composé de deux branches en parallèle.

Dans l'une, une bobine d'inductance L, en série avec un condensateur de capacité C ; dans l'autre, un condensateur de capacité C_0 . On posera $a = C/C_0$, et on gardera les variables $L,\ C_0,\ w$ et a .

A.1 - Le dipôle *AB* étant alimenté par une tension sinusoïdale de pulsation w , calculer l'impédance complexe $\underline{Z}_{AB} = \underline{Z}$.

A.2 - Calculer son module $|\underline{Z}| = Z$.

A.3 - Déterminer son argument j .

A.4 - On étudie maintenant en fonction de la pulsation l'impédance Z ; pour cela, on appellera w_1 et w_2 , les valeurs finies non nulles de la pulsation pour lesquelles Z est respectivement nulle et infinie.

Donner $Z = f(C_0,\ w\ ,\ w_1\ ,\ w_2)$.

A.5 - Donner l'allure du graphe $Z(w)$. On précisera tout particulièrement les limites de Z quand w tend vers zéro ou l'infini.

A.6 - Quel est le comportement électrique simple de *AB* pour $w = w_1$ et $w = w_2$?

- Partie B :Thermodynamique : vaporisation de l'eau -

Il pourra être utile de faire appel aux notations et aux données numériques suivantes, éventuellement précisées pour la température $T_1 = 293K$:

- Masse molaire de l'eau : $M = 18.10^{-3} kg.mol^{-1}$.
- Masse volumique de l'eau liquide : $r_l = 10^3 kg.m^{-3}$ (supposée indépendante de la température et de la pression).
- Pression de vapeur saturante de l'eau à 293 K : $P_V(T_1) = 2300Pa$.
- Chaleur latente (massique) de vaporisation de l'eau à 293 K : $L_V(T_1) = 2{,}48.10^6\ J.kg^{-1}$.
- Constante des gaz parfaits : $R = 8{,}32 J.K^{-1}.mol^{-1}$.

Dans ce problème, l'eau n'échange avec l'extérieur que de la chaleur et du travail des forces pressantes. De plus, on néglige le volume du liquide devant le volume de la même masse de vapeur et on attribue les propriétés des gaz parfaits à la vapeur d'eau, même saturante.

B.1 - Décrire le phénomène d'évaporation. Préciser le rôle qu'y joue la pression de vapeur saturante.

B.2 - On vaporise une masse m d'eau à la température $T_1 = 293K$, la pression restant constamment égale à $P_V(T_1)$.

Christian MAIRE
© EduKlub S.A.
Tous droits de l'auteur des œuvres réservés. Sauf autorisation, la reproduction ainsi que toute utilisation des œuvres autre que la consultation individuelle et privée sont interdites.

Extrait gratuit de document, le document original comporte 6 pages.

B.2a - Pourquoi n'est-il pas nécessaire ici de porter l'eau à 100°C pour provoquer son ébullition ?
Calculer pour cette masse d'eau en présentant chaque fois un calcul littéral accompagné de l'application numérique pour la valeur $m = 0,5kg$:

B.2b - la quantité de chaleur reçue
B.2c - le travail reçu
B.2d - la variation d'énergie interne
B.2e - la variation d'enthalpie
B.2f - la variation d'entropie
B.2g - Déduire du deuxième principe de la thermodynamique la condition sur la température extérieure pour que cette vaporisation soit réversible.

B.3 - Donner, sans démonstration, la formule de Clapeyron reliant la chaleur latente de vaporisation à la température T, soit $L_V(T)$, à la pente de la courbe de vaporisation.

B.4 - On suppose que la chaleur latente L_V est indépendante de la température dans le domaine des températures explorées. Exprimer sous forme littérale la pression de vapeur saturante à la température T, soit $P_V(T)$, en fonction de la température *T* (et des constantes R, M, T_1, L_V et $P_V(T_1)$.
Calculer numériquement la pression de vapeur saturante de l'eau à $T_2 = 323K$.

- Partie C : Optique : étude d'un doubleur de focale –

Un objectif d'appareil photographique peut être modélisé par une lentille convergente de focale $f_1' = 50mm$. Le négatif se trouve sur un écran plan fixe, perpendiculaire à l'axe optique de l'objectif. Pour la mise au point, on déplace l'objectif par rapport au négatif. La distance *d* entre l'objectif et le négatif est donc variable mais ne peut excéder $d_{max} = 100mm$.

Soit un objet haut de $h = 2m$ et distant de $D = 50m$ du négatif.

C.1 - Montrer que la formule de conjugaison permet d'établir une relation entre d, D et f_1', relation qui se présente sous la forme d'une équation du second degré en *d*.

C.2 - Calculer alors *d* en tenant compte des contraintes pour l'objectif. Application numérique.

C.3 - Déterminer la taille *h* ' de l'image sur le négatif. Application numérique.

On place maintenant entre l'objectif et le négatif un doubleur de focale assimilable à une lentille divergente de focale image $f_2' = -40mm$ à une distance $d_2 = 40mm$ du négatif. La distance d' entre l'objectif et le négatif peut maintenant atteindre $d'_{max} = 120mm$

C.4 - Soient *AB* l'objet à photographier, *A'B'* l'image de *AB* formée par l'objectif seul et *A''B''* l'image finale (celle de *A'B'* formée par le doubleur de focale). *A''B''* étant sur le négatif, déterminer d_1, distance entre *A'B'* et le négatif. Vérifier à l'aide d'un schéma.
Application numérique.

C.5 - Calculer le grandissement g_2 apporté par le doubleur de focale.
Application numérique.

C.6 - *AB* étant toujours à la distance *D* du négatif, déterminer la distance d' correspondante pour une mise au point nette. Application numérique.

C.7 - Calculer la nouvelle hauteur *h* '' de l'image. Application numérique.

C.8 - Déduire de tous ces résultats la signification du terme "doubleur de focale".

Tous droits de l'auteur des œuvres réservés. Sauf autorisation, la reproduction ainsi que toute utilisation des œuvres autre que la consultation individuelle et privée sont interdites.

Extrait gratuit de document, le document original comporte 6 pages.