SESSION 2004

CONCOURS NATIONAL DEUG

Epreuve commune concours Physique et concours Chimie

PHYSIQUE

PARTIE I

Durée : 2 heures

Les calculatrices ***sont autorisées****.*

NB : Le candidat attachera la plus grande importance à la clarté, à la précision et à la concision de la rédaction.
Si un candidat est amené à repérer ce qui peut lui sembler être une erreur d'énoncé, il le signalera sur sa copie et devra poursuivre sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il a été amené à prendre.

Les parties **A**, **B** et **C** sont entièrement indépendantes.

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 $\frac{C}{C_0} = a$, et on gardera les variables L, C_0, ω, a.

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

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

A.3 - Déterminer son argument φ.

A.4 - On étudie maintenant en fonction de la pulsation l'impédance *Z* ; pour cela, on appellera ω_1 et ω_2, les valeurs finies non nulles de la pulsation pour lesquelles *Z* est respectivement nulle et infinie.
Donner $Z = f\left(C_0, \omega, \omega_1, \omega_2\right)$.

Tournez la page S.V.P.

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

A.6 - Quel est le comportement électrique simple de AB pour $\omega = \omega_1$ et $\omega = \omega_2$?

B – Thermodynamique : vaporisation de l'eau à température ambiante

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

- Masse molaire de l'eau : $M = 18\ \ 10^{-3}\,\mathrm{kg\ mol^{-1}}$.
- Masse volumique de l'eau liquide : $\rho_\ell = 10^3\ \mathrm{kg\ m^{-3}}$ (supposée indépendante de la température et de la pression).
- Pression de vapeur saturante de l'eau à 293 K : $P_V(T_1) = 2300\,\mathrm{Pa}$.
- Chaleur latente (massique) de vaporisation de l'eau à 293 K : $L_V(T_1) = 2{,}48\ \ 10^6\ \mathrm{J\ kg^{-1}}$.
- Constante des gaz parfaits : $R = 8{,}32\ \mathrm{J\ mol^{-1}\,K^{-1}}$.

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 $T_1 = 293\,\mathrm{K}$, la pression restant constamment égale à $P_V(T_1)$.

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 $m = 0{,}5\,\mathrm{kg}$:

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.

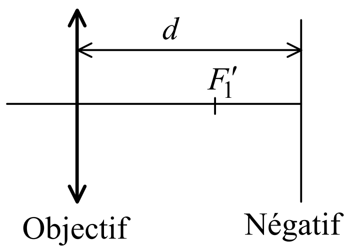
B.3 - Donner, sans démonstration, la formule de Clapeyron reliant la chaleur latente de vaporisation à la température T, soit $L_V(T)$, à la pente de la courbe de vaporisation .

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 $T_2 = 323\,\mathrm{K}$.

C – Optique : étude d'un doubleur de focale

Un objectif d'appareil photographique peut être modélisé par une lentille convergente de focale $f_1' = 50\,\mathrm{mm}$. 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* sur la figure C1 est donc variable mais ne peut excéder $d_{\max} = 100\,\mathrm{mm}$.

Figure C1 :



Soit un objet haut de $h = 2\,\mathrm{m}$ et distant de $D = 50\,\mathrm{m}$ du négatif.

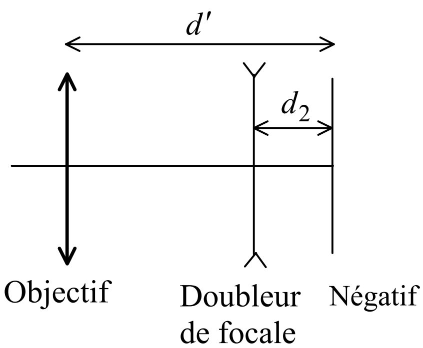
C.1 - Montrer que la formule de conjugaison permet d'établir une relation entre *d*, *D* et f_1', relation qui se présente sous la forme d'une équation du second degré en *d*.

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 $f_2' = -40\,\mathrm{mm}$ à une distance $d_2 = 40\,\mathrm{mm}$ du négatif. La distance d' entre l'objectif et le négatif peut maintenant atteindre $d'_{\max} = 120\,\mathrm{mm}$ (figure C2).

Figure C2 :



Tournez la page S.V.P.

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 γ_2 apporté par le doubleur de focale. Application numérique.

C.6 - AB étant toujours à 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".

Fin de l'énoncé.