

BANQUE D'ÉPREUVES G2E

PHYSIQUE

Durée : 3 heures

La calculatrice est autorisée pour cette épreuve.

L'usage de tout ouvrage de référence et de tout document est strictement interdit.

Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il en fait mention dans sa copie et poursuit sa composition. Dans ce cas, il indique clairement la raison des initiatives qu'il est amené à prendre.

Les candidats doivent respecter les notations de l'énoncé et préciser, dans chaque cas, la numérotation de la question posée.

Une grande attention sera apportée à la clarté de la rédaction et à la présentation des différents schémas.

Le sujet comporte 5 parties indépendantes.

1. VIDANGE D'UN BASSIN

Un bassin rectangulaire est alimenté en permanence par de l'eau, de masse volumique μ , avec un débit volumique constant $D = 30 \text{ L/s}$ (fig.1). La surface totale du bassin est $S = 20 \text{ m}^2$.

Un siphon de diamètre 20 cm en B (section s) assure la vidange. Il se termine en C (section s_1) par un ajutage de diamètre 10 cm situé à l'extrémité d'un tronçon horizontal dont l'axe sera pris comme origine des cotes verticales. Le siphon comporte en E (section s_2) un étranglement de diamètre 7 cm.

Le haut du siphon est à la cote $h_1 = 3 \text{ m}$. Le fond du bassin est lui à la cote $h_0 = 1 \text{ m}$.

On donne : $\mu = 1000 \text{ kg/m}^3$; $g = 10 \text{ m/s}^2$ et $P_A = 1 \text{ bar} = P_{\text{atmosphérique}}$.

- 1.1. Calculer le débit initial, D_C , en C lorsque $z = h_1$.
- 1.2. En déduire la cote z_m pour laquelle les deux débits D et D_C sont égaux.
- 1.3. Quelle est qualitativement l'évolution de la cote z de la surface libre de l'eau en fonction du temps ? Donner l'allure de la courbe $z(t)$ dans les deux cas possibles.
- 1.4. On se place dans le cas où $d = 2 \text{ m}$.
Quel temps, t_1 , met le plan d'eau pour atteindre sa cote minimale ?
On utilisera le changement de variable $x = b\sqrt{z} - a$ avec $a = \frac{D}{S}$ et $b = \frac{s_1}{S}\sqrt{2g}$.
- 1.5. Déterminer le temps t_2 de remontée de la surface libre jusqu'à l'état initial défini en 1.4.
- 1.6. En déduire la période des oscillations de l'eau dans la cuve.
- 1.7. Quelle est, en fonction de z , la pression en E ?
Quelle est la condition sur H pour que cette pression ne soit jamais négative ?

2. ÉQUILIBRE DIPHASÉ DU CORPS PUR

On étudie l'équilibre physique suivant : phase (1) \leftrightarrow phase (2).

- 2.1. Quelles sont les conditions qui caractérisent l'équilibre ?
- 2.2. Soit $g(T,P)$ l'enthalpie libre massique d'un corps pur à la température T et à la pression P .
On admet qu'à l'équilibre thermodynamique, l'enthalpie libre massique est la même dans

chaque phase : $g_1(T,P) = g_2(T,P)$, établir la relation de Clapeyron relative à la chaleur latente de changement d'état $L_{12} = T(v_2 - v_1) (dP/dT)$.

- 2.3.** Vaporisation de l'eau. La vapeur d'eau sera considérée comme un gaz parfait, de masse molaire $M = 18$ g/mol. La pression de vapeur saturante est donnée en bars par la formule

empirique : $P_{\text{vap}} = \left(\frac{t}{100} \right)^4$ où t est la température en °C.

Exprimer la chaleur latente de vaporisation. La calculer à 100°C.

3. ÉQUILIBRE TRIPHASÉ

- 3.1.** Indiquer l'allure générale du diagramme d'état d'un corps pur dans le système de coordonnées (P,T). Préciser la signification de chaque partie du diagramme P(T). Ces courbes sont-elles limitées du côté des hautes et des basses pressions ?

Quels sont les points remarquables du diagramme ?

- 3.2.** Soit l'équilibre : $\text{CO}_2(\text{solide}) \leftrightarrow \text{CO}_2(\text{gaz})$. La pression de vapeur saturante du dioxyde de carbone est de 1 bar à - 78 °C. Son enthalpie molaire de sublimation est constante et égale à 26,7 kJ/mol.

Etablir l'équation de la courbe de sublimation sous la forme $\ln P = f(1/T)$.

- 3.3.** Etablir de même l'équation de la courbe de vaporisation du dioxyde de carbone, sachant que sa pression de vapeur saturante est de 10 bars à - 39°C et de 50 bars à 16°C.

Calculer l'enthalpie molaire de vaporisation du dioxyde de carbone.

- 3.4.** En déduire son enthalpie molaire de fusion au point triple.

- 3.5.** Déterminer les coordonnées du point triple.

4. POLARISATION ROTATOIRE

- 4.1.** Un faisceau cylindrique, monochromatique de longueur d'onde λ , et d'intensité lumineuse Φ_0 , traverse un polariseur (P) et un analyseur (A). Les directions de polarisation de (P) et de (A) font un angle θ que l'on écrit sous la forme $\theta = \alpha + 90^\circ$.

- 4.1.1.** Quelle est l'intensité Φ de la lumière sortant de l'analyseur ?

- 4.1.2.** Si l'intensité minimale décelable est Φ_m , quelle est la plus petite valeur de l'angle α perceptible ? Calculer cette valeur pour $\Phi_m = \Phi_0 / 100$.

- 4.2.** On interpose entre (P) et (A) une lame (Q) à faces parallèles, d'épaisseur $e_1 = 7,5$ mm. Le polariseur et l'analyseur étant croisés, l'observateur doit faire tourner (A) par rapport à (P) d'un angle $\alpha_1 = 30^\circ$, pour retrouver l'extinction de la lumière.

- 4.2.1.** Calculer le pouvoir rotatoire spécifique de la lame (Q) à la longueur d'onde $\lambda = 0,6$ μm .

- 4.2.2.** Quelles sont les épaisseurs de lame qui maintiennent l'extinction de la lumière entre polariseur et analyseur croisés à cette même longueur d'onde ?

- 4.3.** On place entre (P) et (A) toujours croisés, une lame d'épaisseur $e = 27$ mm. La source émet de la lumière blanche dans l'intervalle des longueurs d'ondes comprises entre 0,4 μm et 0,8 μm . On admet que le pouvoir rotatoire spécifique $[\alpha]$ varie selon la loi : C / λ^2 où C est une constante et λ la longueur d'onde. Quelles sont, dans le spectre de la lumière sortant de (A), les longueurs d'onde des radiations brillantes et des radiations éteintes ?

5. CIRCUIT EN ALTERNATIF

Un générateur, de résistance interne R_0 , délivre une fém sinusoïdale $e(t)$ de pulsation ω et d'expression : $e(t) = E\sqrt{2} \sin \omega t$. Il est relié aux bornes d'un résistor de résistance R .

5.1. Donner l'expression de la puissance moyenne, $P(R)$, dissipée dans le résistor ?

5.1.1. Montrer qu'elle passe par un maximum. Calculer la valeur R_m correspondant à ce maximum ainsi que la puissance P_m correspondante.

$$\text{AN : } E = 220 \text{ V ; } R_0 = 10 \text{ } \Omega \text{ et } \omega = 314 \text{ rad/s.}$$

5.2. On insère en série avec le résistor une bobine pure, d'inductance $L = 0,1 \text{ H}$.

Calculer en fonction de R la puissance P' dissipée dans le résistor.

5.2.1. Calculer la valeur R'_m pour laquelle elle est maximale.

5.2.2. Montrer que, quelque soit R , le rapport P'/P est inférieur à l'unité.

5.3. On branche le générateur précédent aux bornes AB du quadripôle (T) (fig.2).

Le quadripôle (T) représente un transformateur parfait caractérisé par :

- la puissance moyenne au primaire (AB) est égale à celle du secondaire (CD),
- le facteur de puissance est égal à l'unité aussi bien au primaire qu'au secondaire,
- le rapport des valeurs efficaces : $U_{CD} / U_{AB} = U_2 / U_1 = n$.

5.3.1. Déterminer le rapport des valeurs efficaces $I_2 / I_1 = I_{CD} / I_{AB}$.

5.3.2. Exprimer la puissance absorbée par le résistor en fonction de n , E , R et R_0 .

5.3.3. Pour quelle valeur de n , cette puissance est-elle maximale ?

Figures

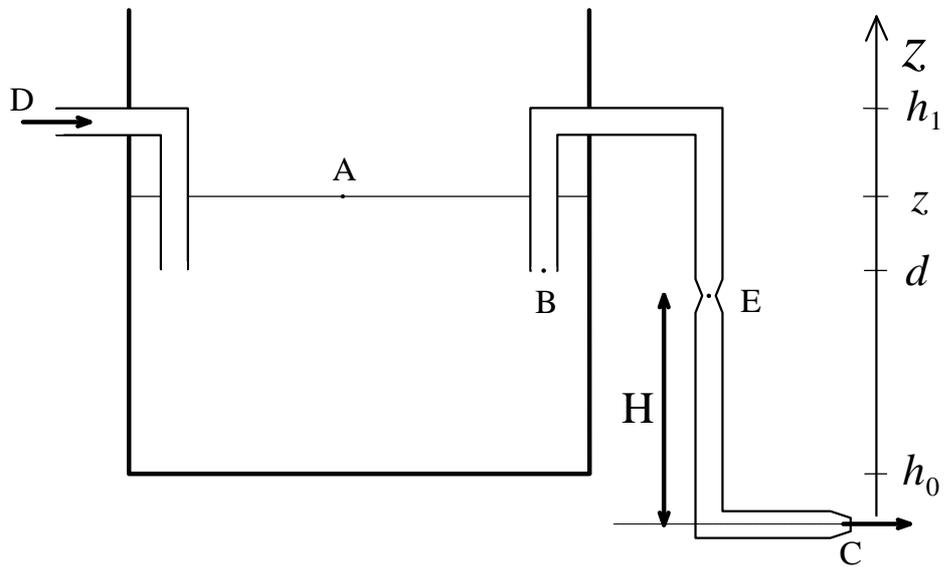


Figure 1

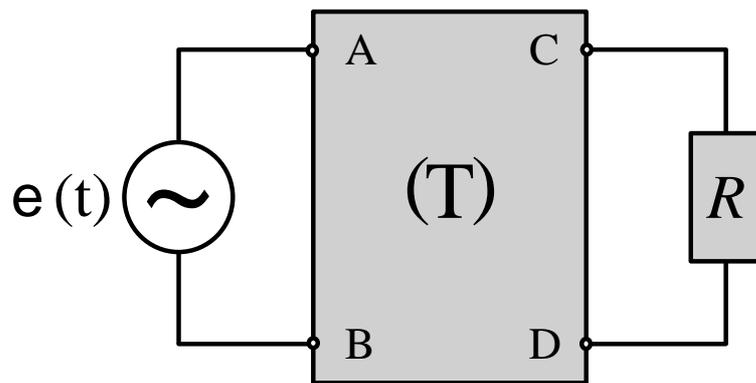


Figure 2