

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

DOMOTIQUE

U32 - SCIENCES PHYSIQUES

SESSION 2015

Durée : 2 heures
Coefficient : 2

Matériel autorisé :

- Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Circulaire n°99-186, 16/11/1999).
- Tout autre matériel est interdit.

Documents à rendre avec la copie :

- Annexe A..... page 7/7

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet se compose de 7 pages, numérotées de 1/7 à 7/7.

BTS DOMOTIQUE		Session 2015
U32 – SCIENCES PHYSIQUES	Code : 15DOPHY1	Page : 1/7

Thème : Serre agricole.

Etude de quelques aspects intervenant dans son utilisation.

Le sujet est constitué de 4 parties indépendantes qui peuvent être traitées dans n'importe quel ordre :

Partie I : Calcul du besoin en chauffage de la serre (6 points)

Partie II : Hygrométrie dans la serre (4 points)

Partie III : Etude de la chaîne d'élaboration de l'information d'humidité relative (5 points)

Partie IV : Corrosion (5 points)

Description de la serre étudiée

La serre, objet de cette étude, est considérée de forme parallélépipédique rectangle. Ses parois verticales sont constituées de plaques de verre soutenues par des montants métalliques fixés au sol.

Toutes les parois verticales, ainsi que le toit sont constitués des mêmes types de verre et de mêmes montants métalliques. Dans ce problème, on négligera l'influence, sur le plan thermique, de la présence des montants métalliques. Seule sera prise en compte la conductivité thermique du verre constituant les parois.

Caractéristiques géométriques de la serre :

Longueur $L = 10$ m

Largeur $l = 3,6$ m

Hauteur $h = 3,0$ m

Epaisseur des parois de verre : $e_{Ve} = 4,0$ mm

Partie I: Calcul du besoin en chauffage de la serre

(6 points)

Afin d'évaluer le besoin en chauffage de la serre, on veut effectuer un bilan énergétique en prenant en compte les différentes pertes ou gains d'énergie. On veut maintenir à l'intérieur de la serre une température constante $\theta_i = 15^\circ\text{C}$ sachant que la température extérieure moyenne est $\theta_e = 0^\circ\text{C}$.

On donne :

- Coefficient d'échange par convection entre l'air extérieur et les parois vitrées : $h_e = 37,5 \text{ W.K}^{-1}.\text{m}^{-2}$;
- Coefficient d'échange par convection entre l'air intérieur et les parois vitrées : $h_i = 6,0 \text{ W.K}^{-1}.\text{m}^{-2}$;
- Conductivité thermique du verre : $\lambda_{Ve} = 1,1 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

1.1. Calculer la résistance thermique superficielle (en $\text{m}^2.\text{K.W}^{-1}$) R_{svi} des parois vitrées.

1.1. bis Calculer S la surface vitrée totale.

1.1. ter Calculer la résistance thermique totale R_{vi} (en K.W^{-1}) à travers l'ensemble des parois vitrées.

1.2. Calculer le flux de pertes thermiques Φ_v , au travers de ces parois.

1.3. En supposant que la température moyenne à la surface du sol intérieur de la serre pendant la période de chauffe est de $\theta_s = 7^\circ\text{C}$ et que le coefficient d'échange convectif entre l'air intérieur et le sol est égal à h_i , calculer le flux de pertes thermiques Φ_s par le sol.

Afin de changer l'air de la serre tout en ajustant sa température et son hygrométrie, on est amené à effectuer une ventilation même en période de chauffage. On a déterminé que le débit moyen d'air nécessaire à la ventilation est de $0,005 \text{ m}^3/\text{s}$ pour un m^2 de surface au sol de la serre.

1.4. Calculer les pertes par ventilation de la serre P_v (en W) données par la formule :

$$P_v = C_a \cdot q_{vv} \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

Avec P_v : pertes par ventilation

C_a : chaleur volumique de l'air ; $C_a = 0,34 \text{ Wh.m}^{-3}.\text{K}^{-1}$

q_{vv} : débit volumique total de ventilation

θ_i et θ_e températures de l'air intérieur et extérieur

La durée annuelle de chauffe de la serre est de 180 jours. Compte tenu de la position géographique et de l'orientation de la serre, cette serre reçoit du soleil pendant la durée de chauffe, un éclairage énergétique évalué en valeur moyenne à 100 W.m^{-2} .

1.5. À partir d'un bilan énergétique, montrer que la puissance moyenne de chauffage annuel pendant cette période est d'environ $10,4 \text{ kW}$.

BTS DOMOTIQUE		Session 2015
U32 – SCIENCES PHYSIQUES	Code : 15DOPHY1	Page : 3/7

- 1.6. Exprimer le besoin annuel de chauffage de cette serre en $\text{kWh}\cdot\text{an}^{-1}$, et en $\text{kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{an}^{-1}$ pour chaque mètre carré du sol.

Partie II: Hygrométrie dans la serre

(4 points)

L'hygrométrie à l'intérieur d'une serre est satisfaisante lorsque celle-ci est comprise entre 50 et 80%. On rappelle que les dimensions de cette serre sont données page 2. Un hygromètre à absorption, placé à l'intérieur de la serre où règne maintenant une température voisine de $20\text{ }^\circ\text{C}$, indique une teneur en eau de 12 g/m^3 d'air.

Données :

Pression atmosphérique : $P_a = 101325\text{ Pa}$.

Masse volumique de l'air à 20°C : $\rho = 1,3\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$

Masses molaires : $M(\text{H}) = 1,0\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, $M(\text{O}) = 16\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

Constante des gaz parfaits : $R = 8,314\text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

Humidité spécifique : $H_S = \text{Masse}_{\text{eau}} / \text{Masse}_{\text{air}}$.

Pression de vapeur saturante de l'eau : $P_s (20\text{ }^\circ\text{C}) = 2330\text{ Pa}$.

Humidité relative : $H_R = P_e / P_s$.

- 2.1. Calculer les masses d'air, m_a , et d'eau sous forme gazeuse, m_e , présentes à l'intérieur de cette serre.
- 2.2. Déterminer le nombre de moles d'eau sous forme gazeuse contenues dans la serre.
- 2.3. En assimilant cette vapeur d'eau à un gaz parfait, déterminer P_e la pression qui règnerait à l'intérieur de la serre s'il n'y avait que la vapeur d'eau.
- 2.4. En déduire l'humidité relative H_R .
- 2.5. Conclure sur l'hygrométrie de cette serre.

Partie III: Etude de la chaîne d'élaboration de l'information d'humidité relative : H_R (5 points)

L'humidité relative est mesurée à l'aide d'un capteur, appelée humidistance. Ce capteur est, en fait, un petit condensateur composé d'un film plastique isolant sur les faces duquel a été vaporisée une fine couche d'or. La capacité d'un condensateur dépend de la surface en regard de ses plaques métalliques et de la nature du matériau isolant placé entre celles-ci. On comprend alors aisément que si des molécules diffusent à travers les très fines couches d'or, l'humidistance verra ses propriétés électriques modifiées.

La détection de ces variations de propriétés électriques est ici réalisée en insérant ce capteur dans un dispositif électronique appelé oscillateur qui génère un signal de sortie v_s dont la fréquence varie avec l'humidité de l'air.

La chaîne d'élaboration de l'information d'humidité relative est schématisée figure 1 ci-dessous :

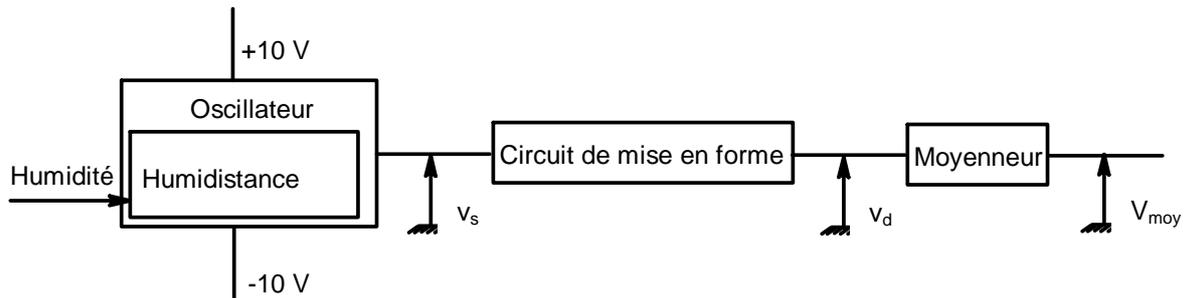


figure 1

Etude de l'oscillateur

L'oscillateur travaille à partir d'une tension v_c mesurée en sortie du **capteur appelé Humidistance** sur la figure 1 et d'un circuit comprenant des amplificateurs opérationnels. La caractéristique v_s en fonction de v_c est représentée sur la figure 2 ci-dessous :

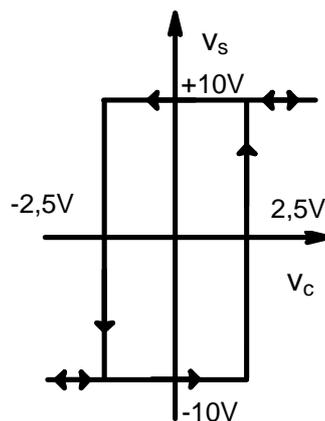


figure 2

- 3.1** La tension v_s étant de -10 V à l'instant initial, représenter sur le graphe numéro 2 de l'annexe A (page 7/7), l'allure de la tension de sortie v_s de l'oscillateur en fonction du temps, en tenant compte du sens de variation et de la valeur de v_c ,

en respectant les correspondances temporelles avec v_c . On tracera jusqu'à 40 μ s minimum.

- 3.2** La sortie de l'oscillateur correspond à celle d'un amplificateur opérationnel. Cet amplificateur opérationnel est-il en régime linéaire ou saturé ?
- 3.3** Déterminer, d'après le graphique utilisé à la question précédente, la période T_s et la fréquence f_s de la tension v_s .

Conversion fréquence-tension

Avec le dispositif de mise en forme évoqué figure 1 page 5, on transforme la tension v_s en une tension v_d , dont l'évolution au cours du temps est représentée en annexe A.

- 3.4** Compte tenu de l'allure et des caractéristiques de cette tension v_d , donner l'expression de la valeur moyenne V_{moy} de la tension v_d , ceci en fonction de E , T_d et T_s .

Partie IV : Corrosion

(5 points)

Les montants métalliques de la serre sont en fer. Afin de protéger ces montants de la corrosion, on fixe dessus une plaque de magnésium.

Données :

$$E_{Fe^{2+}/Fe} = -0,44 \text{ V}$$

$$E_{Mg^{2+}/Mg} = -2,6 \text{ V}$$

Masses molaires atomique: $M(Fe) = 56,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(Mg) = 24,0 \text{ g.mol}^{-1}$

Charge d'une mole d'électrons : $9,65.10^4 \text{ C.mol}^{-1}$

- 4.1** Expliquer pourquoi, tant qu'il reste du magnésium, les montants en acier ne seront pas « corrodés ».
- 4.2** Que peut-on dire de la transformation chimique subie par le magnésium. Ecrire la demi-équation de réaction associée à cette transformation chimique.

Au bout d'une année de fonctionnement 3 kg de magnésium ont disparu.

- 4.3** Déterminer la charge électrique Q ayant circulé au travers des montants métalliques ?
- 4.4** Quelle masse de fer aurait été oxydée en l'absence de la plaque de magnésium ?
- 4.5** Citez deux autres procédés utilisés pour protéger des pièces métalliques en fer contre la corrosion.

ANNEXE A – DOCUMENT REPONSE

(À rendre avec la copie)

Question 3.1

