

SESSION 2006

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
AGROÉQUIPEMENT
MAINTENANCE ET APRÈS-VENTE DES ENGINS DE
TRAVAUX-PUBLICS ET DE MANUTENTION



SCIENCES PHYSIQUES

Durée : 1 h 30

Coefficient : 1

L'usage de la calculatrice électronique est autorisé.

Ce sujet comporte 4 pages, numérotées de 1/4 à 4/4.

NOTE IMPORTANTE :

Dès que le sujet de l'épreuve vous est remis, assurez-vous qu'il est complet en vérifiant le nombre de pages en votre possession.

Si le sujet est incomplet, demandez-en immédiatement un nouvel exemplaire aux surveillants.

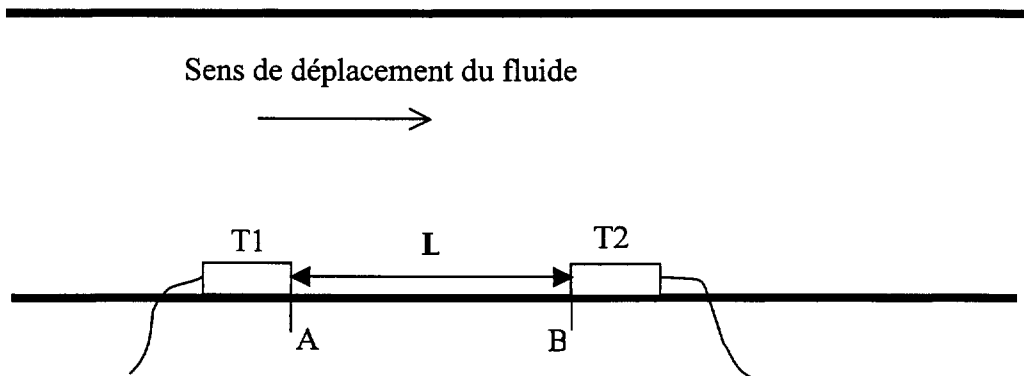
Le sujet comporte 3 exercices indépendants.

Il est rappelé aux candidats que la qualité de la rédaction, la clarté et la précision des raisonnements entreront, pour une part importante, dans l'appréciation des copies. L'écriture correcte des résultats numériques sera également appréciée.

EXERCICE I : Ultrasons dans un fluide en mouvement

On se propose de calculer la vitesse d'écoulement u d'un fluide dans une canalisation (pétrole dans un oléoduc par exemple). Pour cela, on place en 2 points A et B de la canalisation deux transducteurs sonores T1 et T2 pouvant fonctionner indifféremment en émetteur ou en récepteur d'ultrasons.

À l'aide d'un oscilloscope, on mesure la durée θ que mettent les ultrasons pour parcourir la distance L qui sépare les points A et B.



Dans le fluide au repos, les ultrasons se propagent à la vitesse V . Dans le fluide en mouvement à la vitesse u , les ultrasons se propagent :

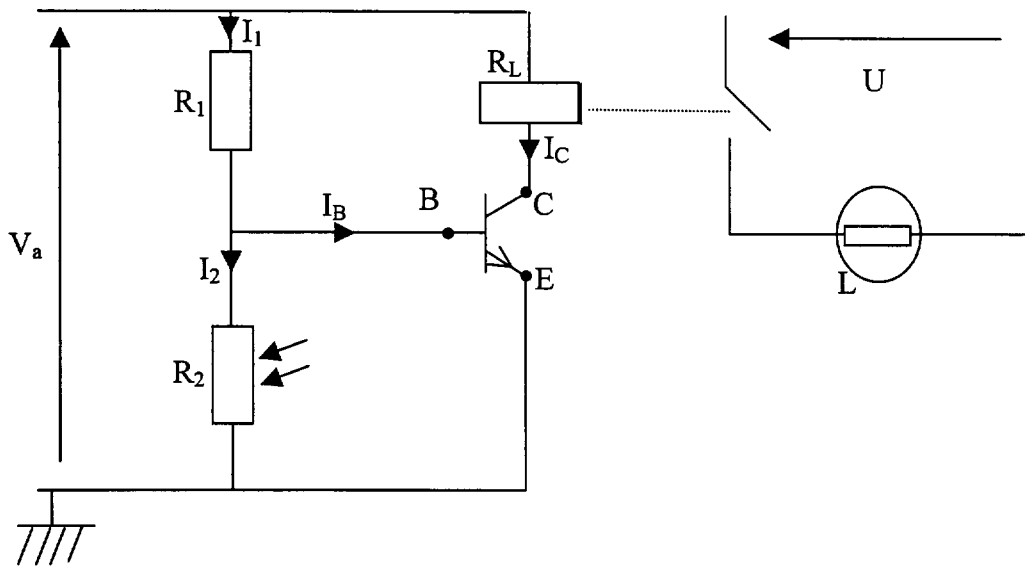
- à la vitesse $(V+u)$ dans le sens de déplacement du fluide ;
 - à la vitesse $(V-u)$ dans le sens opposé.
1. Établir l'expression littérale de la durée θ_1 que mettent les ultrasons pour aller de A en B en fonction de L , V et u .
 2. Établir une expression analogue pour la durée θ_2 mise par les ultrasons pour aller de B vers A.
 3. En déduire la différence τ entre θ_2 et θ_1 , en fonction de L , V et u .
 4. La vitesse d'écoulement u du fluide étant très faible devant la célérité V des ultrasons dans le fluide immobile, établir l'expression approchée suivante : $u \approx \frac{\tau \times V^2}{2L}$.
 5. Application numérique :
distance entre A et B : $L = 2,00 \text{ m}$,
 $V = 1,5 \cdot 10^3 \text{ m.s}^{-1}$,
 $\tau = 5,0 \text{ } \mu\text{s}$.

Calculer la vitesse d'écoulement u du fluide dans la canalisation.

6. Le diamètre de la canalisation est $D = 30 \text{ cm}$. Calculer le débit volumique du fluide exprimé en unités S.I puis en $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$.

EXERCICE II : Éclairage commandé

Schéma du dispositif :



On souhaite étudier un dispositif d'éclairage constitué :

- d'un circuit d'utilisation : une lampe L alimentée sous une tension U ;
- d'un circuit de commande construit autour d'un relais, d'un transistor NPN et d'une photorésistance.

La photorésistance a une résistance $R_2 = 200 \text{ k}\Omega$ lorsqu'elle est à l'obscurité.

Le relais a une résistance $R_L = 300 \Omega$; il enclenche (position de travail : circuit d'utilisation fermé) pour un courant d'intensité $I = 45 \text{ mA}$ et déclenche (position de repos: circuit d'utilisation ouvert) pour un courant d'intensité $I' = 20 \text{ mA}$.

Les caractéristiques du transistor sont les suivantes :

- $V_{CE} = 0 \text{ V}$ à la saturation
- $V_{BE} = 0,70 \text{ V}$ si le transistor est passant (condition réalisée dans la totalité de l'exercice)
- Coefficient d'amplification en courant $\beta = \frac{I_c}{I_B} = 100$

Le circuit de commande est alimenté par une tension $V_a = 15 \text{ V}$.

La résistance R_1 a pour valeur $R_1 = 26 \text{ k}\Omega$.

1. Étude du transistor à la saturation.

- a) Calculer l'intensité $I_{C\text{sat}}$ traversant le relais lorsque le transistor est saturé.
- b) Quelle est l'intensité minimale du courant dans la base $I_{B\text{sat}}$ permettant d'obtenir la saturation du transistor ? On admettra que cette situation correspond à la limite du régime linéaire.

2. La photorésistance est à l'obscurité :

- a) Calculer les intensités I_2 , I_1 et I_B .
- b) Montrer que la lampe L est allumée dans ces conditions.

3. La photorésistance est éclairée :

a) Calculer l'intensité I_B correspondant au déclenchement du relais. On admettra que le transistor est alors en régime linéaire.

b) En déduire les nouvelles valeurs de l'intensité I_2 dans la photorésistance et de sa résistance R'_2 .

4. Expliquer brièvement en quoi ce montage remplit bien la fonction attendue.

On pourra pour cela utiliser les expressions suivantes : photorésistance éclairée – photorésistance à l'obscurité – relais enclenché – relais déclenché – lampe L allumée – lampe L éteinte.

EXERCICE III : Combustion d'un alcane

On étudie la combustion complète de l'octane de formule brute C_8H_{18} , constituant essentiel du carburant des moteurs à essence.

Données :

▪ Masses molaires atomiques :

$$M(C) = 12,0 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M(H) = 1,0 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M(O) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$$

▪ Masse volumique de l'octane liquide :

$$\rho = 750 \text{ kg.m}^{-3}$$

1. Écrire l'équation de la combustion complète de l'octane et donner le nom des produits de la réaction.

2. Le carburant, à l'état liquide dans le réservoir, est vaporisé et mélangé avec l'air avant d'être introduit dans les quatre cylindres d'un moteur à essence quatre temps.

Au cours d'un essai à vitesse de rotation constante, la puissance mécanique utile de ce moteur est égale à $P_u = 16 \text{ kW}$. Son rendement η est de 30%.

a) Calculer la puissance P_a fournie par la combustion dans le moteur.

b) En déduire l'énergie, exprimée en joules, consommée en une heure de fonctionnement.

c) Le pouvoir calorifique de l'octane vaut $P_c = 5,0 \cdot 10^3 \text{ kJ.mol}^{-1}$. Vérifier que la consommation horaire de carburant vaut 38 mol.h^{-1} .

3. On place le moteur sur un banc d'essais, afin de déterminer la masse de dioxyde de carbone rejeté dans l'atmosphère au cours de la combustion. L'essai dure 2 min.

a) Calculer la quantité de matière d'octane (en mol) consommé au cours de cet essai.

b) En déduire la quantité de matière de dioxyde de carbone émis.

c) Les mesures réalisées aboutissent à une masse de 450 g de dioxyde de carbone émis. Montrer que cette valeur est conforme au résultat obtenu à la question 3 b).