

48 Déterminer la vitesse d'un hélicoptère par effet Doppler

S'APPROPRIER RÉALISER VALIDER

Très pratiques pour porter secours ou déposer du matériel en terrain accidenté, les hélicoptères peuvent également se déplacer à des vitesses dépassant les $250 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Avec un niveau d'intensité sonore de 99 dB à proximité immédiate, ils sont moins bruyants qu'ils ne l'étaient il y a quelques dizaines d'années.



Hélicoptère Écureuil AS350.

DOCUMENT Représentations des fronts de l'onde sonore émise par l'hélicoptère à un instant donné

Les portions de cercles des figures 1. et 2. représentent les fronts de l'onde sonore (maxima de l'élongation) émise par un hélicoptère à un instant donné. Le point A représente l'hélicoptère. Dans le cas de la figure 1., l'hélicoptère est immobile. Dans le cas de la figure 2., il se déplace à la vitesse de valeur v_s constante le long de (AO) et vers l'observateur placé au point O. Les mouvements sont étudiés dans le référentiel terrestre.

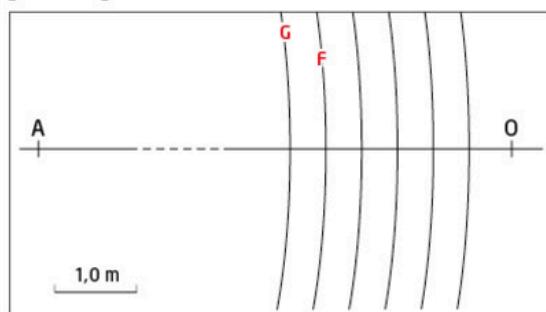


Figure 1

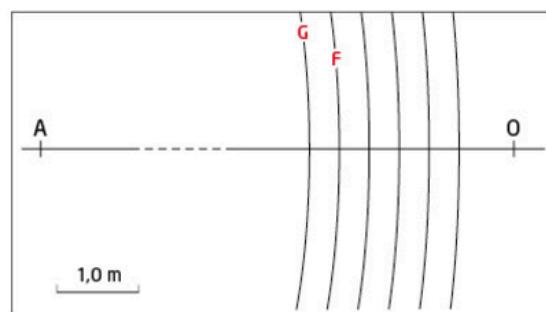


Figure 2

DONNÉE

Fréquence de l'onde sonore émise par l'hélicoptère, considérée comme sinusoïdale : $f_0 = 8,0 \times 10^2 \text{ Hz}$.

Questions

- Déterminer, avec précision, les longueurs d'onde λ_0 et λ' de l'onde sonore reçue par l'observateur lorsque l'hélicoptère est respectivement immobile, puis en mouvement rectiligne uniforme.
 - En déduire une estimation de la célérité v de l'onde sonore. Commenter la valeur obtenue.
- À partir des résultats obtenus aux deux questions précédentes, calculer la fréquence de l'onde sonore reçue par l'observateur lorsque l'hélicoptère est en mouvement.
 - Préciser si le son reçu par l'observateur est plus aigu ou plus grave que celui qu'entend le pilote.
- Dans le DOCUMENT, les fronts d'onde notés F et G ont été émis respectivement aux dates t et t' .
 - Indiquer ce à quoi correspond la durée qui sépare les deux dates t et t' .
 - Établir l'expression du décalage Doppler de longueur d'onde : $\lambda_0 - \lambda' = \lambda_0 \times \frac{v_s}{v}$.
 - En déduire la valeur de la vitesse de l'hélicoptère et déterminer si le résultat obtenu est compatible avec l'information concernant la vitesse d'un hélicoptère donnée dans le texte d'introduction de l'exercice.
- Un niveau d'intensité sonore $L = 66 \text{ dB}$ est mesuré lorsque l'hélicoptère se trouve à une distance $d = 300 \text{ m}$ de l'observateur. La source sonore (l'hélicoptère) est supposée isotrope (pas de direction d'émission privilégiée) et l'atténuation par absorption n'est pas prise en considération.
 - Déterminer le niveau d'intensité sonore lorsque l'appareil est à 50 m au-dessus de l'observateur.
 - Nommer le type d'atténuation qui explique que le niveau d'intensité sonore est plus faible à 300 m de l'hélicoptère qu'à 50 m.

RÉA Effectuer des procédures courantes (calculs, schémas)

• Utiliser un modèle

ANA-RAI Exploiter ses connaissances et les informations extraites

VAL Discuter de la validité d'un résultat

La maquette d'une lunette astronomique afocale est réalisée sur un banc d'optique à l'aide de deux lentilles minces convergentes de 20,0 cm et 4,0 cm de distances focales et de 5,0 cm de diamètre.

DONNÉES Relation de conjugaison:

L'image A'B' d'un objet AB formée par une lentille mince convergente de distance focale $\overline{OF'}$ est telle que:

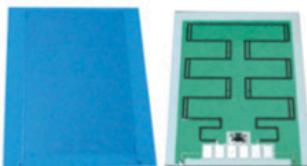
$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}}$$

Pour observer l'image la plus lumineuse possible, l'œil doit se placer au niveau du cercle oculaire. Le cercle oculaire est l'image de la monture de l'objectif formée par l'oculaire.

- Réaliser un schéma de la maquette de la lunette astronomique afocale à l'échelle 1 verticalement et $\frac{1}{2}$ horizontalement.
- Construire le cercle oculaire.
- Déterminer grâce à la représentation graphique, la distance entre le centre optique O_2 de l'oculaire et le cercle oculaire. Vérifier cette position par calcul en utilisant les relations de conjugaison.
- Mesurer son diamètre sur la représentation graphique, puis vérifier sa valeur par calcul.

43 ★★ DéTECTEUR DE PLUIE CAPACITIF ET ÉCRAN TACTILE

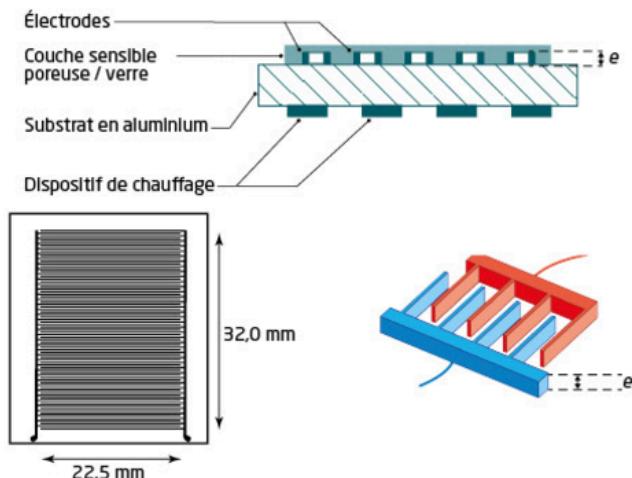
APP Réaliser un schéma de la situation RÉA Effectuer des procédures courantes • Mettre en œuvre les étapes d'une démarche VAL Interpréter des résultats



FACE A = capteur de pluie capacitif. FACE B = Chauffage + thermistance

Les détecteurs de pluie capacitifs sont utilisés dans de nombreuses applications. Le principe de fonctionnement de ce capteur repose sur la variation de la capacité d'un condensateur en fonction du taux d'humidité relative de l'air (degré d'hygrométrie).

La présence d'un dispositif de chauffage intégré permet de maintenir le capteur sec en vaporisant les faibles quantités d'eau présentes sur sa surface. Ceci évite les erreurs de communications dues au brouillard ou à des phénomènes de condensation (rosée du matin).



1. Modélisation du capteur

a. Réaliser un schéma explicatif permettant de justifier que ce capteur puisse se modéliser par l'association de condensateurs en dérivation.

b. La cellule capacitive est assimilée à une association de 80 condensateurs en dérivation dont les capacités s'ajoutent. Lorsque le capteur est en air sec à 0 % d'humidité relative, la capacité totale de l'ensemble vaut $C_{\text{tot}} = 100 \text{ pF}$. La distance d entre les armatures vaut 0,1 mm et chaque condensateur est assimilable à un condensateur plan dont la capacité est donnée par l'expression $C = \frac{k \times S}{d}$ avec $k = 4,4 \times 10^{-11} \text{ SI}$ et S l'aire de la surface des armatures en regard l'une de l'autre.

Évaluer l'épaisseur e des armatures d'un condensateur de la cellule capacitive, de dimensions 22,5 mm par 32,0 mm.

2. Évolution théorique lors de la charge

a. Lorsque le dispositif de chauffage n'est pas en fonction, la capacité du capteur de pluie capacitif maintenant

est désigné par condensateur varie en fonction du taux d'humidité relative de l'air. Pour mesurer la capacité du condensateur, on le charge avec un générateur idéal de tension $E = 5,0 \text{ V}$ à travers une résistance $R = 10,0 \text{ k}\Omega$. Proposer le schéma d'un montage pour réaliser l'expérience.

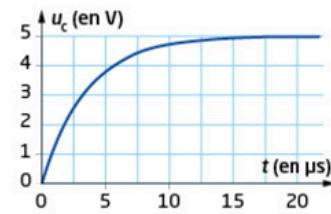
b. Établir l'équation différentielle de l'évolution de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur en fonction du temps et établir l'expression de sa solution en supposant que le condensateur est déchargé au début de la charge.

c. Tracer l'allure théorique du graphe de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur en fonction du temps pour la valeur $C_{\text{TOT}} = 100 \text{ pF}$ du condensateur correspondant à un taux d'humidité relative de 0 %.

3. Exploitation des résultats

a. L'expérience décrite précédemment permet d'obtenir l'enregistrement ci-contre.

À l'aide du tableau suivant, estimer le taux d'humidité relative régnant dans la salle au moment de l'expérience.

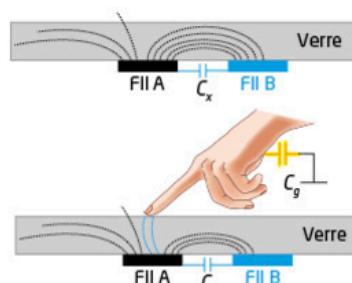


Capacité (en pF)	100	180	280	390	> 550
Taux d'humidité relative (en %)	0	25	40	50	100

b. Le détecteur de pluie est aussi équipé d'un capteur de température. Le phénomène de rosée apparaît lorsque la température diminue et lorsque le taux d'humidité relative atteint 100 %. Le programme du microcontrôleur calcule le taux d'humidité à partir de la détermination du temps caractéristique au cours d'un cycle de charge. Indiquer comment le programme de gestion du capteur doit gérer l'élément chauffant pour différencier la pluie continue de la rosée qui pourrait se déposer sur le capteur.

4. DÉTECTEUR DE PLUIE ET ÉCRAN TACTILE

La technologie du capteur précédent est utilisée dans les écrans tactiles : le capteur capacitif est constitué d'un réseau bidimensionnel de fils très fins, invisibles à l'œil nu et intégrés dans le feuillement de l'écran tactile.



À l'approche d'une couche d'eau ou d'un milieu conducteur comme un doigt, les lignes du champ électrique sont modifiées, ce qui provoque une modification de capacité locale entre fils voisins qui est alors détectée par un microcontrôleur et convertie en une indication de position sur l'écran.

Préciser comment varie le champ électrique entre les deux fils A et B lorsque le doigt touche l'écran et en déduire comment varie la capacité C_x du condensateur entre A et B.