Devoir surveillé – ondes et signaux : son, lumière, spectres, lentilles et capteurs — niveau ★★★

Durée : 55 min – Calculatrice autorisée – Sur 20 points · Physique-chimie 2nde

Nom : _____ Date : _____ Note : _____ / 20

Tous les calculs doivent figurer sur la copie. Les résultats seront donnés sous la forme la plus simple possible.

Exercice 1 – Corriger une copie *(5 pts)*

Voici quatre extraits de la copie de Noé. Chacun contient au moins une erreur : repère-la, explique-la et corrige-la.

a) « Sur l'enregistrement d'un son, j'ai mesuré 2,5 ms entre un maximum et le minimum qui suit : $T = 2{,}5$ ms et $f = 1 \div 0{,}0025 = 400$ Hz. Une octave plus haut, la période vaudrait 5,0 ms. »

b) « De l'eau ($n = 1{,}33$) vers le verre ($n = 1{,}52$), avec $i_1 = 40{,}0^\circ$: $i_2 = 40{,}0 \times 1{,}33 \div 1{,}52 = 35{,}0^\circ$. »

c) « Objet 12,0 cm avant une lentille de distance focale 8,0 cm, image nette 24,0 cm après : $\gamma = 24{,}0 \div 12{,}0 = 2{,}0$, l'image est droite et deux fois plus grande. J'ai vérifié : $OA' = (1 + |\gamma|) \times f' = 3 \times 8{,}0 = 24{,}0$ cm. »

d) « Avec I en mA, mon programme a, b = np.polyfit(I, U, 1) affiche 0.47 et 0.001 : le dipôle est ohmique et $R = 0{,}47\ \Omega$. »

Exercice 2 – Problème — les franges colorées d'une lentille *(5 pts)*

Une lentille mince convergente en verre crown donne des images bordées de couleurs. Son fabricant indique sa distance focale : $f'_{R} = 20{,}0$ cm pour la radiation rouge de 656 nm et $f'_{V} = 19{,}4$ cm pour la radiation violette de 405 nm. Indices du verre crown : 1,514 pour 656 nm et 1,530 pour 405 nm.

a) Explique pourquoi la distance focale est plus petite pour le violet que pour le rouge.

b) La lentille forme sur un écran l'image d'un lampadaire très éloigné. Où se forment l'image rouge et l'image violette ? On place l'écran au foyer image du rouge : explique pourquoi l'image paraît bordée de violet.

c) Pour un objet placé à la distance d avant la lentille ($\overline{OA} = -d$), montre, à l'aide de $\gamma = \overline{OA'} \div \overline{OA}$ et de $OA' = (1 + |\gamma|) \times f'$, que $OA' = f' \times d \div (d - f')$.

d) L'objet est maintenant à 60,0 cm de la lentille. Calcule la position de l'image rouge et celle de l'image violette, puis la distance qui les sépare. Compare au cas de l'objet très éloigné.

Exercice 3 – Problème — un télémètre à ultrasons qui corrige la température *(5 pts)*

Un télémètre réalisé avec une carte à microcontrôleur émet une salve de 8 périodes d'ultrasons de fréquence 40 kHz et mesure la durée Δt de l'aller-retour de l'écho. Le programme calcule la distance avec $v = 340$ m/s. Dans un garage froid, l'écho d'un mur revient au bout de $\Delta t = 6{,}04$ ms et la carte affiche 1,03 m. Pour améliorer la mesure, on ajoute une thermistance CTN en série avec un conducteur ohmique $R = 10{,}0\ \text{k}\Omega$ sous $U_0 = 5{,}00$ V ; la carte mesure $U_R = 1{,}25$ V aux bornes de R. Données : $c = 3{,}00 \times 10^8$ m/s ; vitesse du son dans l'air $v = 331 + 0{,}60 \times \theta$ (v en m/s, θ en °C) ; étalonnage de la CTN :

θ (°C)	-5	0	5	10
R_{CTN} (kΩ)	44,0	33,6	25,9	20,2

a) Calcule la période des ultrasons et la durée d'une salve. Pourquoi utilise-t-on des ultrasons plutôt qu'un son audible ?

b) Établis l'expression de la résistance de la CTN en fonction de U_0, U_R et R, puis calcule-la et déduis-en la température du garage.

c) Calcule la vitesse du son dans le garage, puis la distance réelle du mur. Quel est l'écart relatif de la valeur affichée ?

d) La carte mesure les durées à 1 µs près. Calcule l'erreur sur la distance qui en résulte avec les ultrasons, puis celle qu'on aurait avec un faisceau laser chronométré de la même façon. Conclus.

Exercice 4 – Problème — voir sous l'eau *(5 pts)*

Sans masque, un nageur voit flou sous l'eau. Dans l'air, la cornée, surface d'entrée de l'œil, assure environ les deux tiers de la convergence de l'œil. Indices : air 1,00 ; eau 1,33 ; cornée 1,376. L'eau absorbe les radiations rouges bien plus que les bleues et les vertes : plus on descend, moins la lumière du Soleil contient de rouge ; dès une vingtaine de mètres de profondeur, il n'en reste presque plus.

a) Un rayon arrive sur la cornée avec un angle d'incidence de 30,0°. Calcule l'angle de réfraction et la déviation du rayon s'il vient de l'air, puis s'il vient de l'eau.

b) Déduis-en pourquoi le nageur sans masque voit flou un objet éloigné : où se forme son image par rapport à la rétine ? Pourquoi l'accommodation ne suffit-elle pas à corriger ce défaut ?

c) Avec un masque, une couche d'air est placée devant les yeux. Explique pourquoi la vision redevient nette.

d) Décris le spectre de la lumière du Soleil reçue à 30 m de profondeur. Cette lumière est-elle blanche ? monochromatique ? Pourquoi les photographes sous-marins éclairent-ils leurs sujets avec une lampe à lumière blanche placée tout près d'eux ?

Bon courage !

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).