

Devoir bilan

Lentilles minces, images et couleurs

Autofocus à ultrasons, couleur d'un sirop de menthe, compte-fils de l'imprimeur

Durée : 1 h 30 · calculatrice autorisée · 3 exercices indépendants · barème sur 20

Nom : Prénom : Classe : Note : /20

★ CONSIGNES

Les trois exercices sont indépendants. Toute réponse doit être justifiée ; une expression littérale est attendue avant chaque application numérique, et les résultats sont donnés avec un nombre adapté de chiffres significatifs et leur unité. Toute démarche, même partielle, sera valorisée.

Exercice 1 Un appareil photo à autofocus ultrasonore

7 pts ●●●○

Certains appareils photo mesurent la distance du sujet grâce à un émetteur-récepteur d'ultrasons : l'émetteur envoie une brève salve d'ultrasons, qui se réfléchit sur le sujet ; le récepteur détecte l'écho. Un moteur règle ensuite la distance entre l'objectif et le capteur. L'objectif est modélisé par une lentille mince convergente de distance focale $f' = 40,0 \text{ mm}$.

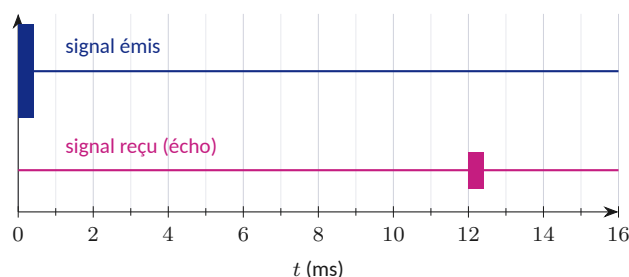


Figure 1 — Signaux émis et reçu (enveloppes des salves)

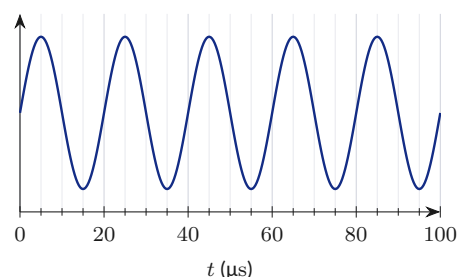


Figure 2 — Début de la salve émise (zoom)

■ **DONNÉES** Célérité des ultrasons dans l'air : $v = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ • axe optique orienté dans le sens de la lumière • conjugaison : $1/\overline{OA'} - 1/\overline{OA} = 1/f'$ • grandissement : $\gamma = \overline{A'B'}/\overline{AB} = \overline{OA'}/\overline{OA}$

- 1.1 Les ultrasons sont des ondes mécaniques. Qu'est-ce que cela signifie ? Cet autofocus pourrait-il fonctionner dans le vide ?
- 1.2 À l'aide de la figure 2, déterminer la période puis la fréquence des ultrasons. Justifier le terme « ultrasons ». Calculer leur longueur d'onde dans l'air.
- 1.3 À l'aide de la figure 1, déterminer le retard de l'écho, puis montrer que le sujet photographié se trouve à $d = 2,04 \text{ m}$ de l'appareil.
- 1.4 Calculer la distance $\overline{OA'}$ à laquelle le capteur doit se trouver de l'objectif pour que l'image du sujet soit nette. En déduire le déplacement de l'objectif par rapport au réglage « à l'infini ».
- 1.5 Le sujet est un enfant de $1,30 \text{ m}$. Calculer la hauteur de son image. Le capteur mesurant $24 \text{ mm} \times 36 \text{ mm}$, l'enfant est-il photographié en entier lorsque l'appareil est tenu horizontalement ?
- 1.6 Le photographe vise l'enfant à travers une vitre. Expliquer pourquoi la photographie est floue.

Exercice 2 La couleur d'un sirop de menthe

7 pts ●●○

Un sirop de menthe contient deux colorants : la tartrazine (E102) et le bleu patenté V (E131). La figure 3 donne le spectre d'absorption du sirop dilué 20 fois (solution S).

■ **DONNÉES** Cercle chromatique : rouge, jaune, vert, cyan, bleu, magenta, chaque couleur étant diamétralement opposée à sa complémentaire • bleu : 400 à 500 nm, vert : 500 à 600 nm, rouge : 600 à 750 nm

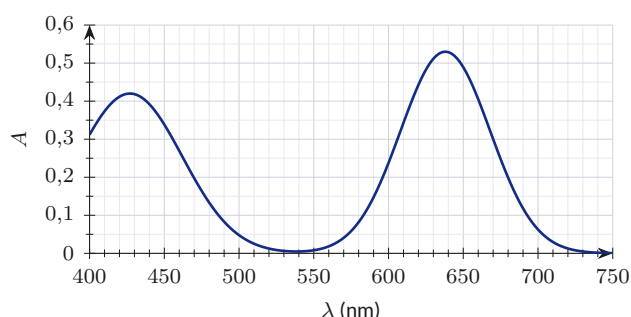


Figure 3 — Spectre d'absorption du sirop dilué 20 fois (solution S)

2.1 Dans quels domaines de couleurs le sirop absorbe-t-il ? Quelle couleur de lumière transmet-il ? Justifier la couleur verte du sirop.

2.2 La tartrazine seule est jaune et le bleu patenté seul est bleu-cyan. Expliquer, en termes de synthèse soustractive, pourquoi leur mélange est vert.

2.3 Dans une discothèque, un verre de sirop est éclairé uniquement par un projecteur rouge ($\lambda \approx 640$ nm). Quelle est sa couleur perçue ? Justifier.

Pour doser le bleu patenté, on mesure l'absorbance à 638 nm de solutions étalons de bleu patenté (cuve de 1,0 cm) ; la tartrazine n'absorbe pas à cette longueur d'onde.

c ($\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
A à 638 nm	0,21	0,42	0,64	0,85	1,06

2.4 Pourquoi mesure-t-on l'absorbance à 638 nm ? La loi de Beer-Lambert est-elle vérifiée ? Déterminer le coefficient k de la relation $A = k c$.

2.5 La solution S (sirop dilué 20 fois) a une absorbance $A = 0,53$ à 638 nm (figure 3). Déterminer la concentration en bleu patenté du sirop, puis sa concentration en masse (masse molaire du bleu patenté : $M = 583$ g·mol⁻¹).

Exercice 3 Le compte-fils de l'imprimeur

6 pts ●●○

Pour contrôler la qualité d'une impression, un imprimeur utilise un compte-fils : une petite loupe de vergence $C = 40 \delta$, posée à 2,0 cm au-dessus de la feuille. Sur la feuille, les couleurs sont obtenues avec de minuscules points d'encre cyan, magenta et jaune, de diamètre 0,20 mm.

■ **DONNÉES** Axe optique orienté dans le sens de la lumière • conjugaison : $1/\overline{OA'} - 1/\overline{OA} = 1/f'$ • grandissement : $\gamma = \overline{A'B'}/\overline{AB} = \overline{OA'}/\overline{OA}$ • vergence : $C = 1/f'$ • cercle chromatique : rouge, jaune, vert, cyan, bleu, magenta, chaque couleur étant diamétralement opposée à sa complémentaire

3.1 Calculer la distance focale du compte-fils. Justifier qu'il fonctionne bien comme une loupe.

3.2 Calculer la position de l'image d'un point d'encre, puis son grandissement. En déduire le diamètre de l'image. Caractériser l'image (réelle ou virtuelle, droite ou renversée).

3.3 Faire un schéma, sans souci d'échelle, montrant la construction de l'image d'un point d'encre à l'aide de deux rayons.

3.4 Dans une zone qui paraît verte à l'œil nu, l'imprimeur observe des points cyan et jaunes qui se chevauchent. Expliquer, en termes d'absorption, la couleur verte de la zone de chevauchement.

3.5 Par erreur, l'encre jaune a été remplacée par de l'encre magenta dans cette zone. Quelle est la couleur des zones de chevauchement ? Quelle lumière colorée primaire y est diffusée ?