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 – Le départ d'un 100 mètres *(4 pts)*

Lors d'une course de 100 m, le starter donne le départ d'un coup de pistolet. Un chronométreur placé sur la ligne d'arrivée, à 100 m du pistolet, doit déclencher son chronomètre au départ. Données : vitesse du son dans l'air 343 m/s ; $c = 3{,}00 \times 10^8$ m/s.

a) Calcule la durée mise par le son du coup de pistolet pour atteindre le chronométreur.

b) Calcule la durée mise par la lumière de l'éclair du pistolet pour atteindre le chronométreur, en écriture scientifique, puis montre qu'elle est négligeable devant celle du son.

c) Le chronométreur déclenche son chronomètre en entendant le coup, au lieu de le déclencher en voyant l'éclair. Une coureuse met réellement 10,50 s. Quel temps lit-il ? Son temps est-il trop long ou trop court ? Justifie.

d) Le starter se tient à 4,0 m du couloir 1 et à 15,0 m du couloir 8. Calcule le retard avec lequel l'athlète du couloir 8 entend le départ par rapport à celle du couloir 1. Dans les grandes compétitions, le son du pistolet est diffusé par un haut-parleur placé derrière chaque athlète : explique pourquoi.

Exercice 2 – Un laser dans l'huile *(4 pts)*

Un pointeur laser émet une radiation de longueur d'onde 532 nm dans le vide. On dirige son faisceau, depuis l'air, vers la surface d'une huile d'olive, avec un angle d'incidence de $35{,}0^\circ$. Données : $c = 3{,}00 \times 10^8$ m/s ; indice de l'air 1,00 ; indice de l'huile d'olive 1,47.

a) Exprime la longueur d'onde de cette radiation en mètre, en écriture scientifique, puis donne sa couleur. Que signifie « lumière monochromatique » ?

b) Calcule la vitesse de la lumière dans l'huile d'olive.

c) Calcule l'angle de réfraction. Le rayon se rapproche-t-il ou s'écarte-t-il de la normale ? Justifie avec les indices.

d) Une partie du faisceau est réfléchie par la surface de l'huile. Calcule l'angle que fait le rayon réfléchi avec la surface de l'huile, en citant la loi utilisée, puis l'angle entre le rayon réfléchi et le rayon réfracté (un schéma aide).

Exercice 3 – Que contient cette lampe ? *(4 pts)*

On observe au spectroscope la lumière d'une lampe à décharge. On voit trois raies colorées fines sur fond noir, dont on mesure les longueurs d'onde à $\pm 0{,}3$ nm près : 410,4 nm ; 451,0 nm ; 534,8 nm. Principales raies visibles de référence (nm) : gallium 403,3 et 417,2 ; indium 410,2 et 451,1 ; thallium 535,0 ; cuivre 510,6, 515,3 et 521,8.

a) Quel est le type de ce spectre ? Quel type de source le produit ?

b) Donne la couleur de chacune des trois raies.

c) Quels éléments la lampe contient-elle ? Lesquels n'y sont pas ? Justifie en suivant la méthode d'identification.

d) Dans un spectroscope à prisme, laquelle des trois raies est la plus déviée ? Justifie avec l'indice du verre.

Exercice 4 – Sur le banc d'optique *(4 pts)*

Sur un banc d'optique, un objet lumineux AB de 3,0 cm de haut (A sur l'axe optique) est placé 60,0 cm avant une lentille mince convergente de distance focale $f' = 15{,}0$ cm, de centre optique O. Un écran est placé après la lentille.

a) Où se trouvent les foyers F et F′ ? En comparant la distance objet–lentille à f' et à $2f'$, prévois les caractéristiques de l'image et la zone où il faut placer l'écran.

b) L'image nette se forme sur l'écran à 20,0 cm de la lentille. Calcule le grandissement $\gamma = \overline{OA'} \div \overline{OA}$, puis la taille et le sens de l'image.

c) Vérifie ce résultat avec les triangles de sommet F′, qui donnent $|\gamma| = \mathrm{F'A'} \div \mathrm{OF'}$.

d) On rapproche l'objet jusqu'à 10,0 cm de la lentille. Peut-on encore obtenir une image sur l'écran ? Justifie.

Exercice 5 – L'alarme d'une couveuse *(4 pts)*

Une couveuse d'œufs de poule doit rester vers 37,5 °C. Sa sonde est une thermistance CTN montée en série avec un conducteur ohmique de résistance $R = 4{,}00\ \text{k}\Omega$, l'ensemble étant alimenté sous $U_0 = 5{,}00$ V par une carte à microcontrôleur. La carte mesure la tension U_R aux bornes du conducteur ohmique.

Courbe d'étalonnage de la CTN, donnée par le fabricant :

θ (°C)	30	34	38	42
R_{CTN} (kΩ)	8,04	6,78	5,75	4,89

a) La carte mesure $U_R = 2{,}00$ V. Calcule l'intensité du courant dans le conducteur ohmique. Pourquoi est-elle la même dans la thermistance ?

b) Calcule la tension aux bornes de la thermistance en citant la loi utilisée, puis sa résistance.

c) Déduis-en la température de la couveuse, en assimilant la courbe à un segment entre les deux mesures qui encadrent cette résistance.

d) Au-dessus de 38,5 °C, la carte exécute `tone(9, 2500)` : un buzzer émet un son de fréquence 2 500 Hz. Calcule la période de ce son et indique s'il est audible. L'alarme sonne-t-elle ici ? Justifie.

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).