Corrigé et barème – ondes et signaux : son, lumière, spectres, lentilles et capteurs — niveau ★

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

Exercice 1 – Le départ d'un 100 mètres *(4 pts)*

a) $\Delta t = d \div v$ (0,5 pt) $= 100 \div 343 \approx$ **0,292 s**. (0,5 pt) (1)

b) $\Delta t = d \div c = 100 \div (3{,}00 \times 10^8) \approx$ **$3{,}33 \times 10^{-7}$ s** (0,5 pt). $0{,}292 \div (3{,}33 \times 10^{-7}) \approx$ **$8{,}75 \times 10^5$** : la lumière arrive près d'un million de fois plus tôt que le son ; la durée de son trajet est **négligeable**. (0,5 pt) (1)

c) Il démarre 0,292 s trop tard, alors que l'arrêt à l'arrivée est juste : il lit $10{,}50 - 0{,}29 \approx$ **10,21 s** (0,5 pt). Le temps est **trop court** : la coureuse est avantagée de près de 3 dixièmes de seconde. (0,5 pt) (1)

d) Écart de distance : $15{,}0 - 4{,}0 = 11{,}0$ m, soit un retard de $11{,}0 \div 343 \approx$ **0,032 s**, 32 ms (0,5 pt). Dans une course jouée au centième de seconde, c'est un désavantage : avec un haut-parleur à la même distance de chaque athlète, toutes entendent le départ au même instant. (0,5 pt) (1)

Méthode — pour un même événement vu puis entendu, la lumière arrive pratiquement tout de suite : le retard observé est la durée du trajet du son seul, $d \div v$.

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

a) 532 nm $= 532 \times 10^{-9}$ m $=$ **$5{,}32 \times 10^{-7}$ m** ; entre 500 et 570 nm : **vert** (0,5 pt). Une lumière monochromatique ne contient qu'une seule radiation, caractérisée par une seule longueur d'onde. (0,5 pt) (1)

b) $n = c \div v$, donc $v = c \div n$ (0,5 pt) $= 3{,}00 \times 10^8 \div 1{,}47 \approx$ **$2{,}04 \times 10^8$ m/s**. (0,5 pt) (1)

c) $1{,}00 \times \sin 35{,}0^\circ = 1{,}47 \times \sin i_2$, d'où $\sin i_2 = \sin 35{,}0^\circ \div 1{,}47 \approx 0{,}390$ et **$i_2 \approx 23{,}0^\circ$** (0,5 pt). L'huile est plus réfringente que l'air ($1{,}47 > 1{,}00$) : le rayon **se rapproche** de la normale ($23{,}0^\circ < 35{,}0^\circ$). (0,5 pt) (1)

d) Loi de Snell-Descartes pour la réflexion : $r = i = 35{,}0^\circ$, de l'autre côté de la normale ; avec la surface : $90{,}0 - 35{,}0 =$ **$55{,}0^\circ$** (0,5 pt). Le rayon réfracté fait $90{,}0 - 23{,}0 = 67{,}0^\circ$ avec la surface, du même côté de la normale que le rayon réfléchi : angle entre les deux rayons $55{,}0 + 67{,}0 =$ **$122{,}0^\circ$**. (0,5 pt) (1)

Piège — les angles d'incidence, de réflexion et de réfraction se mesurent depuis la normale, jamais depuis la surface (l'angle avec la surface vaut 90° moins l'angle avec la normale) ; et la loi de la réfraction porte sur les sinus, pas sur les angles eux-mêmes.

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

a) Raies colorées sur fond noir : **spectre de raies d'émission** (0,5 pt). Il est produit par un **gaz sous faible pression excité** par une décharge électrique (ou une vapeur chauffée). (0,5 pt) (1)

b) 410,4 nm : **violet** (400 à 450 nm) ; 451,0 nm : **bleu**, tout près de la limite du violet (450 à 500 nm) (0,5 pt) ; 534,8 nm : **vert** (500 à 570 nm). (0,5 pt) (1)

c) Indium : 410,2 $\leftrightarrow$ 410,4 (0,2 nm) et 451,1 $\leftrightarrow$ 451,0 (0,1 nm), ses deux raies sont retrouvées ; thallium : 535,0 $\leftrightarrow$ 534,8 (0,2 nm) : la lampe contient de l'**indium** et du **thallium** (0,5 pt). Aucune raie vers 403,3 ou 417,2 nm, ni vers 510,6, 515,3 ou 521,8 nm : **pas de gallium, pas de cuivre**. Les trois raies sont toutes expliquées. (0,5 pt) (1)

d) Dans le verre, l'indice est plus grand pour les courtes longueurs d'onde (le violet) que pour les grandes (0,5 pt) : la raie la plus déviée est celle de plus courte longueur d'onde, la raie **violette de 410,4 nm**. (0,5 pt) (1)

Méthode — une entité n'est présente que si toutes ses raies du domaine observé sont retrouvées à la précision près ; il faut ensuite vérifier que chaque raie du spectre est expliquée.

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

a) F′ est sur l'axe 15,0 cm après O, F 15,0 cm avant O (0,5 pt). 60,0 cm $>$ 2f′ = 30,0 cm : image **réelle, renversée, réduite**, à placer **entre F′ et le point situé à 30,0 cm après O**. (0,5 pt) (1)

b) $\overline{OA} = -60{,}0$ cm et $\overline{OA'} = +20{,}0$ cm : $\gamma = 20{,}0 \div (-60{,}0) \approx \mathbf{-0{,}33}$ $(-1/3)$ (0,5 pt). A′B′ = 0,33 $\times$ 3,0 = **1,0 cm** ; $\gamma < 0$: image renversée, trois fois plus petite. (0,5 pt) (1)

c) F′A′ = OA′ − OF′ = 20,0 − 15,0 = 5,0 cm (0,5 pt) ; F′A′ ÷ OF′ = 5,0 ÷ 15,0 ≈ 0,33 = $|\gamma|$: les deux méthodes concordent. (0,5 pt) (1)

d) 10,0 cm $<$ f′ = 15,0 cm : l'objet est **entre F et O** (0,5 pt). Les rayons issus de B divergent après la lentille et ne se croisent jamais : **aucune image réelle**, rien de net sur l'écran, quelle que soit sa position. (0,5 pt) (1)

Erreur fréquente — oublier le signe de $\overline{OA}$: pour un objet placé avant la lentille, il est négatif, et c'est ce signe qui rend γ négatif pour une image renversée.

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

a) Loi d'Ohm : $I = U_R \div R = 2{,}00 \div 4\,000 = \mathbf{5{,}00 \times 10^{-4}\ A}$, soit 0,500 mA (0,5 pt). La thermistance et le conducteur ohmique sont en série : une seule boucle, l'intensité est la même partout. (0,5 pt) (1)

b) Loi des mailles : $U_0 = U_R + U_{CTN}$, donc $U_{CTN} = 5{,}00 - 2{,}00 = \mathbf{3{,}00\ V}$ (0,5 pt). $R_{CTN} = U_{CTN} \div I = 3{,}00 \div (5{,}00 \times 10^{-4}) = 6\,000\ \Omega = \mathbf{6{,}00\ k\Omega}$. (0,5 pt) (1)

c) 6,78 kΩ (34 °C) $>$ 6,00 kΩ $>$ 5,75 kΩ (38 °C) : la température est entre 34 et 38 °C (0,5 pt). $\theta \approx 34 + 4 \times (6{,}78 - 6{,}00) \div (6{,}78 - 5{,}75) \approx 34 + 3{,}0 = \mathbf{37{,}0\ °C}$. (0,5 pt) (1)

d) $T = 1 \div f = 1 \div 2\,500 = \mathbf{4{,}0 \times 10^{-4}\ s}$, soit 0,40 ms ; 2 500 Hz est entre 20 Hz et 20 kHz : son **audible** (0,5 pt). 37,0 °C $<$ 38,5 °C : l'alarme **ne sonne pas**. (0,5 pt) (1)

Astuce — pour exploiter une courbe d'étalonnage, on calcule d'abord la résistance du capteur (lois des mailles et d'Ohm), puis on la lit « à l'envers », de la résistance vers la température, sans sortir du domaine étalonné.

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).