# 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 – Les tours de délai d'un concert *(5 pts)*

a) Son : $\Delta t = 137{,}2 \div 343 = \mathbf{0{,}400\ s}$ (0,5 pt) ; lumière : $137{,}2 \div (3{,}00 \times 10^8) \approx \mathbf{4{,}57 \times 10^{-7}\ s}$, négligeable. Léo voit le chanteur sur l'écran 0,4 s avant de l'entendre : le son est en retard sur l'image. (0,5 pt) (1,25)

b) Le signal arrive à la tour sans délai ; son son parcourt $137{,}2 - 68{,}6 = 68{,}6$ m : il arrive à $68{,}6 \div 343 = \mathbf{0{,}200\ s}$ (0,5 pt). Le son de la scène arrive à 0,400 s : 0,200 s plus tard, plus de 0,1 s, donc Léo entendrait **deux fois** chaque note, comme un écho. (0,5 pt) (1,25)

c) Il faut retarder la tour de la durée que met le son de la scène pour arriver jusqu'à elle : $68{,}6 \div 343 = \mathbf{0{,}200\ s}$ (0,5 pt). Pour un spectateur à la distance x derrière la tour, le son de la scène met $(68{,}6 + x) \div 343 = 0{,}200 + x \div 343$, celui de la tour 0,200 s de retard + x ÷ 343 de trajet : c'est la même durée, quel que soit x. (1 pt) (1,25)

d) $+9$ dB $= 3 \times 3$ dB : l'intensité est multipliée par $2 \times 2 \times 2 = \mathbf{8}$ ; la tour apporte donc 7 fois l'intensité reçue de la scène (0,5 pt). Augmenter la scène de 9 dB ferait passer le premier rang de 98 à **107 dB**, bien au-delà du seuil de danger (85 dB), avec une durée d'exposition tolérable divisée par 8 (0,5 pt) ; la tour renforce le son au fond sans abîmer l'audition des premiers rangs. (0,5 pt) (1,25)

**Piège** — les décibels ne s'additionnent pas et ne sont pas proportionnels à l'intensité : chaque tranche de + 3 dB double l'intensité, donc + 9 dB la multiplie par 8, pas par 3.

## Exercice 2 – Le spectroscope du laboratoire *(5 pts)*

a) $\overline{OA} = -15{,}0$ cm, $\overline{OA'} = 30{,}0$ cm : $\gamma = 30{,}0 \div (-15{,}0) = \mathbf{-2{,}0}$ (0,5 pt). Image réelle, renversée, deux fois plus grande : largeur $2{,}0 \times 0{,}40 = \mathbf{0{,}80\ mm}$. (0,5 pt) (1,25)

b) Triangles de sommet F′ : $OA' = (1 + |\gamma|) \times f'$, donc $f' = OA' \div (1 + |\gamma|) = 30{,}0 \div 3{,}0 = \mathbf{10{,}0\ cm}$ (0,5 pt). Contrôle : $f' < 15{,}0\ \text{cm} < 2f' = 20{,}0\ \text{cm}$ donne bien une image agrandie, au-delà de 20,0 cm. (0,5 pt) (1,25)

c) $\sin r = \sin 55{,}0^\circ \div n$. Rouge : $\sin r \approx 0{,}819 \div 1{,}514 \approx 0{,}541$, $\mathbf{r \approx 32{,}8^\circ}$ ; violet : $\sin r \approx 0{,}819 \div 1{,}530 \approx 0{,}535$, $\mathbf{r \approx 32{,}4^\circ}$ (1 pt). Le violet est plus proche de la normale : déviation $55{,}0 - 32{,}4 \approx 22{,}6^\circ$ contre $22{,}2^\circ$ pour le rouge, le **violet** est le plus dévié. (0,5 pt) (1,25)

d) Fente de 0,015 mm : images de $2 \times 0{,}015 = 0{,}030$ mm, moins larges que l'écart de leurs centres (0,044 mm) : elles ne se recouvrent pas, on voit **deux raies** (0,5 pt). Fente de 0,030 mm : images de 0,060 mm > 0,044 mm : elles se recouvrent, on voit **une seule raie** jaune élargie. Une fente fine sépare mieux les raies (au prix d'une image moins lumineuse). (1 pt) (1,25)

**Méthode** — dans un spectroscope, chaque raie est l'image de la fente donnée par la lentille : deux raies voisines ne sont séparées que si cette image est plus étroite que l'écart entre leurs positions.

## Exercice 3 – Une barrière lumineuse qui sonne *(5 pts)*

a) 650 nm : entre 620 et 800 nm, **rouge**, dans le domaine visible (0,5 pt). $\Delta t = 2{,}40 \div (3{,}00 \times 10^{8}) = \mathbf{8{,}00 \times 10^{-9}\ s}$ : la détection est pratiquement instantanée. (0,5 pt) (1,25)

b) LDR et R en série : même intensité I (0,5 pt). Loi des mailles : $U_0 = U_R + U_{LDR} = R \times I + R_{LDR} \times I$, donc $I = U_0 \div (R + R_{LDR})$ (0,5 pt). Loi d'Ohm pour R : $U_R = R \times I = U_0 \times R \div (R + R_{LDR})$. (0,5 pt) (1,25)

c) Éclairée : $U_R = 5{,}00 \times 10{,}0 \div (10{,}0 + 2{,}5) = \mathbf{4{,}00\ V}$ ; coupée : $U_R = 5{,}00 \times 10{,}0 \div (10{,}0 + 90) = \mathbf{0{,}500\ V}$ (0,5 pt). 0,500 V < 2,50 V : le buzzer sonne quand un client passe, pas quand le faisceau éclaire la LDR (4,00 V > 2,50 V) (0,5 pt). $U_R = 2{,}50\ V = U_0 \div 2$ quand $R_{LDR} = R = \mathbf{10{,}0\ k\Omega}$. (0,5 pt) (1,25)

d) $T = 1 \div 2\,000 = \mathbf{5{,}00 \times 10^{-4}\ s} = 0{,}500$ ms (0,5 pt) ; $0{,}500 \div 0{,}1 = \mathbf{5\ divisions}$ par période. (0,5 pt) (1,25)

**Astuce** — les résistances s'écrivent toutes en kΩ dans $U_0 \times R \div (R + R_{LDR})$ : c'est un quotient de deux résistances, l'unité se simplifie.

## Exercice 4 – La caméra qui lit les plaques *(5 pts)*

a) 10,0 m est très grand devant $f' = 8{,}0$ mm : les rayons issus d'un point de la plaque arrivent presque parallèles, l'image est pratiquement dans le plan focal image, $OA' \approx f'$ (0,5 pt). $A'B' \approx AB \times f' \div OA = 520 \times 8{,}0 \div 10\,000 \approx \mathbf{0{,}42\ mm}$ (0,416 mm), toutes les longueurs en mm (0,5 pt) ; image réelle d'un objet réel : **renversée**. (0,5 pt) (1,25)

b) $0{,}416 \div 0{,}0025 \approx \mathbf{166\ pixels}$, plus que 130 : la plaque est lisible (0,5 pt). Il faut $A'B' \geq 130 \times 0{,}0025 = 0{,}325$ mm, soit $OA \leq 520 \times 8{,}0 \div 0{,}325 = 12\,800$ mm : lecture jusqu'à **12,8 m** environ. (0,5 pt) (1,25)

c) À 10,0 m : $|\gamma| = 0{,}416 \div 520 = 8{,}0 \times 10^{-4}$, $OA' = (1 + 0{,}000\,8) \times 8{,}0 \approx 8{,}006$ mm, soit **0,006 mm** après le capteur (0,5 pt). À 2,0 m : $|\gamma| \approx 8{,}0 \div 2\,000 = 4{,}0 \times 10^{-3}$, $OA' \approx 8{,}032$ mm, soit **0,032 mm** après le capteur (0,5 pt). Les deux écarts restent sous 0,040 mm, et ils sont encore plus petits pour une plaque plus lointaine : **pas besoin de mise au point** entre 2,0 m et l'infini. (0,5 pt) (1,25)

d) Rayon passant par O non dévié et Thalès : $A'B' = 520 \times 17 \div 10\,000 \approx \mathbf{0{,}88\ mm}$ (0,5 pt). L'objet étant au même endroit, la taille de l'image est proportionnelle à la distance lentille–image, pratiquement la distance focale : 17 mm contre 8,0 mm, d'où une image environ 2 fois plus grande. (0,5 pt) (1,25)

**Erreur fréquente** — mélanger les unités dans $A'B' = AB \times f' \div OA$ : on exprime AB, $f'$ et OA dans la même unité (ici le millimètre), sinon le résultat est faux d'un facteur 1 000.

*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).*