

SECONDE · PHYSIQUE-CHIMIE · ONDES ET SIGNAUX · CHAPITRE 15



R. RINGUET · 2026 – 2027

Devoir bilan

Lumière : propagation, spectres et réfraction

Lumière et son, spectres et atome, réfraction : chapitres 3, 14 et 15

Durée : 1 h 30 · calculatrice autorisée · 4 exercices indépendants · barème sur 20

Nom : Prénom : Classe : Note : / 20

★ CONSIGNES

Toute réponse doit être justifiée. Une expression littérale est attendue avant chaque application numérique ; les résultats sont donnés avec leur unité et un nombre de chiffres adapté aux données. Toute démarche, même incomplète, sera valorisée.

Exercice 1 Questions de cours et automatismes

4 pts ●○○○

■ **DONNÉES** $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ dans le vide • son dans l'air : $340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ • lois de Snell-Descartes : $i'_1 = i_1$ et $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$

- 1.1 Citer deux différences entre la propagation d'un son et celle de la lumière.
- 1.2 Convertir : 2,5 ms en secondes ; 650 nm en mètres ; $1,5 \times 10^{11} \text{ m}$ en kilomètres.
- 1.3 Qu'est-ce qu'un spectre de raies d'émission ? À quoi sert-il en astronomie ?
- 1.4 Un rayon lumineux arrive sur un miroir plan avec un angle d'incidence de 25° : que vaut l'angle de réflexion ? Que vaut l'angle de réfraction d'un rayon qui passe de l'air dans l'eau sous une incidence de 0° ? Justifier.
- 1.5 Donner la composition du noyau de l'atome de carbone $^{12}_6\text{C}$, puis le nombre d'électrons de cet atome.

Exercice 2 Le coup de pistolet du starter

6 pts ●●○○

Lors d'un 100 m, le starter tire un coup de pistolet : l'arme produit simultanément un *éclair lumineux* et un *bruit bref*. Un spectateur placé à $d = 180 \text{ m}$ du starter voit l'éclair, puis entend la détonation. Un microphone relié à un oscilloscope enregistre ensuite le son d'une sirène du stade (figure 1 ; sensibilité horizontale : 1,0 ms par division).

■ **DONNÉES** $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ dans le vide • son dans l'air : $340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ • $v = d/\Delta t$ • $f = 1/T$

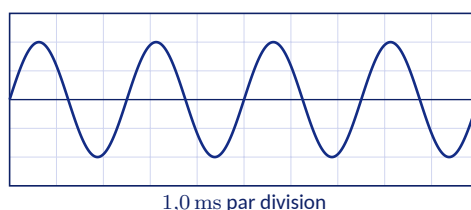


Figure 1 — Oscillogramme du son de la sirène enregistré par le microphone

- 2.1 Calculer la durée mise par le son pour parcourir la distance d , puis celle mise par la lumière. Comparer les deux résultats.
- 2.2 Les chronomètres déclenchent leur chronomètre au vu de l'éclair et non au bruit. Quelle erreur commettrait-on en déclenchant au bruit, à 180 m ? Est-ce acceptable sur un 100 m couru en 10,2 s ?
- 2.3 Le son de la sirène est-il périodique ? Déterminer graphiquement sa période T , calculer sa fréquence f et dire si ce son est audible par l'oreille humaine.

- 2.4** Une sirène deux fois plus aiguë est utilisée : que deviennent sa fréquence et sa période ? L'oscillogramme comporterait-il plus ou moins de motifs sur dix divisions ?
- 2.5** Le spectateur entend un écho de la détonation, renvoyé par une tribune située derrière lui (dans l'alignement du starter), 0,50 s après le son direct : calculer la distance qui le sépare de cette tribune. Sur la Lune, verrait-il l'éclair ? entendrait-il la détonation ?

Exercice 3 L'hélium a d'abord été découvert dans le Soleil

6 pts ●●○

En 1868, lors d'une éclipse totale de Soleil, l'astronome Jules Janssen analyse au spectroscopie la lumière des *protubérances*, jets de gaz chaud de l'atmosphère solaire qui deviennent visibles au bord du disque lorsque la Lune masque le Soleil. Il y observe une raie jaune brillante ne correspondant à aucun élément connu sur Terre : l'élément responsable sera nommé *hélium*, du grec *hēlios* (Soleil). La figure 2 donne les spectres d'émission de deux éléments de référence et le spectre d'une protubérance.

■ **DONNÉES** $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ • $m_{\text{nucléon}} = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ • $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ • rayon d'un atome $\approx 1 \times 10^{-10} \text{ m}$, d'un noyau $\approx 1 \times 10^{-15} \text{ m}$

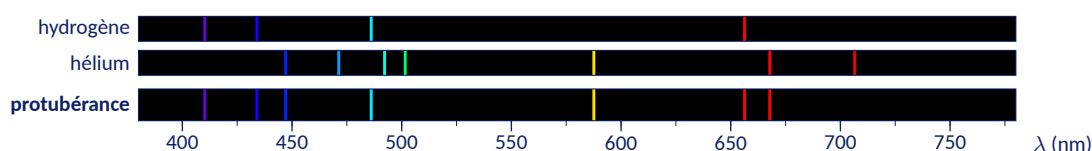


Figure 2 — Spectres d'émission de l'hydrogène et de l'hélium, et spectre d'une protubérance solaire

- 3.1** De quel type est le spectre de la protubérance ? Que peut-on en déduire sur la nature de la source qui l'a émis ?
- 3.2** Montrer que le spectre de la protubérance contient à la fois des raies de l'hydrogène et des raies de l'hélium ; relever, à 5 nm près, leurs longueurs d'onde. Quelle est celle de la raie jaune observée par Janssen ? Vérifier sur l'échelle que sa couleur est bien le jaune.
- 3.3** L'atome d'hélium s'écrit ${}^4_2\text{He}$. Donner le nombre de protons, de neutrons et d'électrons de cet atome, puis calculer la charge électrique de son noyau.
- 3.4** Calculer une valeur approchée de la masse d'un atome d'hélium ; pourquoi peut-on négliger la masse des électrons ? Calculer enfin le rapport entre le rayon de l'atome et celui de son noyau : quelle propriété de la matière ce résultat illustre-t-il ?
- 3.5** La distance Terre-Soleil vaut $1,50 \times 10^{11} \text{ m}$. Calculer la durée mise par la lumière analysée par Janssen pour parvenir jusqu'à son spectroscopie.

Exercice 4 Le hublot du bathyscaphe

4 pts ●●○

Un bathyscaphe explore les fonds marins. Son hublot est un bloc de verre à faces parallèles de 12 cm d'épaisseur. Un rayon lumineux venant de l'eau arrive sur la face extérieure du hublot avec un angle d'incidence $i_1 = 35^\circ$ (figure 3).

■ **DONNÉES** $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$ • indices : eau 1,33, verre 1,50 • $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ et $v = c/n$

- 4.1** Calculer l'angle de réfraction i_2 du rayon dans le verre. Arrondir au dixième de degré.
- 4.2** Le rayon se rapproche-t-il ou s'écarte-t-il de la normale en entrant dans le verre ? Justifier à l'aide des indices.
- 4.3** Calculer la vitesse de propagation de la lumière dans l'eau, puis dans le verre.
- 4.4** La longueur du trajet du rayon dans le hublot vaut 13,9 cm : calculer la durée de la traversée. Le bathyscaphe allume ensuite un projecteur qui éclaire le sol à 30 m : calculer la durée de l'aller-retour de la lumière dans l'eau.

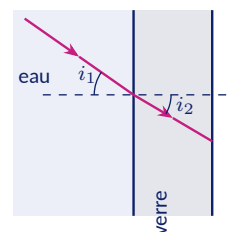


Figure 3 — Entrée du rayon dans le hublot