

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



R. RINGUET · 2026 – 2027

Contrôle B

Lumière : propagation, spectres et réfraction

Spectres et température, indice de réfraction, vitesse de la lumière dans un milieu

Durée : 1 h · 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. Les constructions demandées se font sur la copie, à la règle et au rapporteur. Toute démarche, même incomplète, sera valorisée.

Exercice 1 Vrai ou faux ?

4 pts ●●○○

Indiquer si chaque affirmation est vraie ou fausse, et justifier la réponse en une phrase (ou par un contre-exemple, ou par un calcul).

■ **DONNÉES** $1 \text{ al} = 9,46 \times 10^{15} \text{ m}$ • $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$ (angles par rapport à la normale) • indice de l'air : 1,00

- 1.1 Une année-lumière est une durée très longue, utilisée pour les étoiles.
- 1.2 Un rayon lumineux qui passe de l'air dans le verre sous incidence oblique se rapproche de la normale.
- 1.3 Le spectre de la lumière reçue d'une étoile est un spectre de raies d'émission.
- 1.4 Plus la surface d'une étoile est chaude, plus son spectre est riche en radiations rouges.

Exercice 2 Le four du verrier

6 pts ●●○○

En ouvrant la porte de son four, un verrier observe l'intérieur de la chambre de cuisson : à 700°C elle apparaît rouge sombre, à $1\,300^\circ\text{C}$ elle apparaît blanche et éblouissante. Pour colorer le verre, le verrier ajoute un sel métallique ; afin de l'identifier, un technicien en dépose un peu sur un fil qu'il place dans la flamme d'un bec Bunsen, puis analyse la lumière émise au spectroscopie (figure 1, spectre du bas).

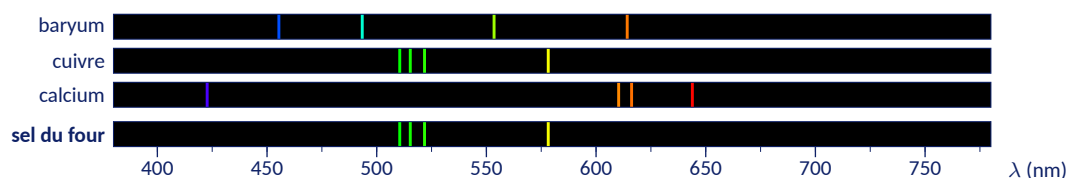


Figure 1 — Spectres d'émission de trois éléments de référence et spectre du sel analysé

- 2.1 Quel type de spectre l'intérieur du four émet-il ? Justifier à partir de la nature de la source.
- 2.2 Expliquer le changement de couleur observé entre 700°C et $1\,300^\circ\text{C}$ en utilisant le lien entre température et composition du spectre.
- 2.3 Relever, à l'aide de l'échelle et à 5 nm près, les longueurs d'onde des quatre raies du sel analysé et donner la couleur de chacune. En déduire quel élément métallique contient le sel ; rédiger la justification.
- 2.4 Deux éléments différents peuvent-ils avoir exactement le même spectre de raies ? Que peut-on en déduire sur l'intérêt de cette méthode d'analyse pour l'astronomie ?

- 2.5 Le technicien observe, en plus des raies, un très faible fond coloré continu, émis par le fil métallique porté à haute température dans la flamme. Cela remet-il en cause l'identification ? Expliquer.

Exercice 3 Le bloc de plexiglas

6 pts ●●●○

Un bloc de plexiglas à faces parallèles, d'épaisseur $e = 1,5 \text{ cm}$, est maintenu horizontalement dans l'air. Un rayon laser arrive sur la face supérieure avec un angle d'incidence i_1 (figure 2). On fait varier i_1 et on mesure l'angle de réfraction i_2 dans le bloc :

i_1	20°	35°	55°	70°
i_2	$13,3^\circ$	$22,6^\circ$	$33,4^\circ$	$39,1^\circ$

■ **DONNÉES** $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$ (angles par rapport à la normale) • indice de l'air : 1,00 • $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ et $v = c/n$

- 3.1 Calculer l'indice n du plexiglas pour chacune des quatre mesures. Les valeurs sont-elles compatibles entre elles ? En déduire une valeur moyenne arrondie au centième.
- 3.2 Calculer la vitesse de propagation de la lumière dans le plexiglas. Est-elle plus grande ou plus petite que dans l'eau ($n = 1,33$) ?
- 3.3 La figure 2 correspond à $i_1 = 55^\circ$. Calculer l'angle de réfraction i_3 à la sortie du bloc, dans l'air. Que peut-on dire des directions du rayon incident et du rayon émergent ?
- 3.4 Pourquoi le rayon émergent n'est-il cependant pas confondu avec le prolongement du rayon incident (pointillés) ?
- 3.5 Le trajet du rayon à l'intérieur du bloc a pour longueur $\ell = e / \cos i_2$. Calculer ℓ pour $i_1 = 55^\circ$, puis la durée de la traversée du bloc.

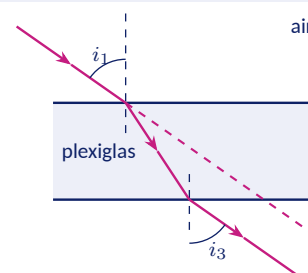


Figure 2 — Traversée du bloc pour $i_1 = 55^\circ$

Exercice 4 Un message pour Voyager 1

4 pts ●●○●

Début 2024, la sonde Voyager 1, lancée en 1977, se trouvait à $2,45 \times 10^{10} \text{ km}$ de la Terre. Les ingénieurs lui envoient alors une commande par ondes radio, qui se propagent dans le vide à la vitesse c ; la sonde renvoie ensuite un accusé de réception.

■ **DONNÉES** $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ • $1 \text{ al} = 9,46 \times 10^{15} \text{ m}$

- 4.1 Calculer la durée du trajet aller du signal. L'exprimer en heures et minutes.
- 4.2 Quelle durée minimale s'écoule entre l'envoi de la commande et la réception de l'accusé de réception ?
- 4.3 Exprimer la distance Terre-Voyager en années-lumière.
- 4.4 L'étoile Proxima du Centaure est à 4,24 al. Combien de fois plus loin est-elle que Voyager 1 ? Commenter le résultat en une phrase.
- 4.5 La lumière du Soleil met 8 min 20 s pour nous parvenir. Combien de fois la distance Terre-Voyager est-elle plus grande que la distance Terre-Soleil ?