

Corrigé et barème – Ondes électromagnétiques et spectre

Spectre de la lumière blanche, dispersion, domaines du spectre EM

Durée : 55 min – Calculatrice interdite – Sur 20 points · Physique 3^e

Exercice 1 – Le spectre électromagnétique (exploitation d'un tableau) (4 pts)

- a) 950 nm : infrarouge ; 12 cm : micro-ondes ; 0,05 nm : rayons X ; 320 nm : ultraviolet ; 589 nm : visible (jaune). (1)
- b) Ce sont toutes des ondes électromagnétiques : même vitesse $c = 300\,000\text{ km/s}$ dans le vide, où elles se propagent sans support. Le son est une onde mécanique : il a besoin de matière et ne se propage pas dans le vide. (1)
- c) Les rayons X : $f = c / \lambda$, donc la fréquence est la plus grande pour la longueur d'onde la plus petite. (1)
- d) Traverser un obstacle ne dépend pas de la puissance. Le danger vient de l'énergie transportée, qui croît avec la fréquence : les rayons X (haute fréquence) sont ionisants, les ondes radio (basse fréquence) ne le sont pas. (1)

Repère — un seul classement à retenir, radio $\rightarrow$ micro-ondes $\rightarrow$ IR $\rightarrow$ visible $\rightarrow$ UV $\rightarrow$ X $\rightarrow$ gamma : la longueur d'onde diminue, la fréquence et l'énergie augmentent.

Exercice 2 – Le prisme (démarche expérimentale) (4 pts)

- a) Une bande continue de couleurs, du rouge au violet : le spectre. C'est la dispersion : la lumière blanche est polychromatique, mélange de toutes les couleurs. (1)
- b) Le violet, car il est le plus ralenti dans le verre, donc le plus réfracté. Avec le laser : un seul point rouge, dévié mais non étalé (lumière monochromatique). (1)
- c) Une seule tache jaune : le filtre absorbe toutes les autres couleurs et ne laisse passer que le jaune. (1)
- d) $650\text{ nm} = 6,5 \times 10^{-7}\text{ m}$; $f = 3,00 \times 10^8 / 6,5 \times 10^{-7} \approx 4,6 \times 10^{14}\text{ Hz}$. Le bleu (450 nm) a une fréquence plus élevée ($6,7 \times 10^{14}\text{ Hz}$), donc plus d'énergie. (1)

Le point clé — un prisme ne colore pas la lumière : il sépare des couleurs déjà présentes ; un filtre, lui, en retire.

Exercice 3 – Distances dans l'espace (calculs) (4 pts)

- a) $t = 1,496 \times 10^8 / 3 \times 10^5 \approx 499\text{ s} \approx 8\text{ min } 19\text{ s}$. (1)
- b) $1\text{ al} = 3 \times 10^5 \times 3,156 \times 10^7 \approx 9,47 \times 10^{12}\text{ km}$ (environ 9 500 milliards de km). (1)
- c) $8,6 \times 9,47 \times 10^{12} \approx 8,1 \times 10^{13}\text{ km}$. Cette lumière est partie il y a 8,6 ans. (1)
- d) $t = 2,4 \times 10^{10} / 3 \times 10^5 = 80\,000\text{ s} \approx 22\text{ h } 13\text{ min}$. Ondes radio et lumière sont des ondes électromagnétiques : même vitesse c dans le vide. (1)

Erreur fréquente — mélanger km et m, ou minutes et secondes : avec $c = 300\,000\text{ km/s}$ on prend des distances en km et on obtient des secondes.

Exercice 4 – Ultraviolets et protection solaire (lecture d'un tableau) (4 pts)

- a) $300 \text{ nm} = 3,0 \times 10^{-7} \text{ m}$; $f = 3,00 \times 10^8 / 3,0 \times 10^{-7} = 1,0 \times 10^{15} \text{ Hz}$. (1)
- b) $15 \times 30 = 450 \text{ min} = 7 \text{ h } 30$ en théorie. En pratique la crème est éliminée par la sueur, l'eau et les frottements, et on n'en met jamais la quantité prévue : la protection réelle est bien plus faible. (1)
- c) À 13 h le Soleil est plus haut : ses rayons traversent moins d'atmosphère (moins d'absorption par l'ozone) et frappent le sol plus verticalement, donc plus d'UV par m^2 . (1)
- d) L'énergie d'un rayonnement augmente avec sa fréquence. Les IR (basse fréquence) ne font qu'agiter les molécules : ils chauffent. Les UV (haute fréquence) ont assez d'énergie pour casser des molécules de la peau (ADN) : brûlure, vieillissement, cancer. (1)

Attention — chaleur ressentie et danger ne vont pas ensemble : un rayonnement invisible et « froid » comme l'UV est plus dangereux que l'infrarouge qui brûle la peau au soleil.

Exercice 5 – Vrai ou faux argumenté, et prise d'initiative (4 pts)

- a) Faux : la lumière (onde électromagnétique) se propage dans le vide, mais le son (onde mécanique) a besoin d'un milieu matériel. (1)
- b) Faux : le rouge ($\approx 700 \text{ nm}$) a une longueur d'onde plus grande que le bleu ($\approx 450 \text{ nm}$), donc une fréquence plus petite ($f = c / \lambda$). (1)
- c) Il n'a pas converti en mètres : $12,5 \text{ cm} = 0,125 \text{ m}$. $f = 3 \times 10^8 / 0,125 = 2,4 \times 10^9 \text{ Hz} = 2,4 \text{ GHz}$. (1)
- d) $d = 340 \times 6 = 2\,040 \text{ m}$. Lumière : $t = 2\,040 / 3 \times 10^8 \approx 6,8 \times 10^{-6} \text{ s}$, soit 7 millièmes de seconde : négligeable devant 6 s, l'hypothèse est justifiée. (1)

Astuce — à l'échelle terrestre, la lumière est « instantanée » ; ce n'est plus vrai pour la Lune (1,3 s), le Soleil (8 min) ou Mars (jusqu'à 22 min).