Corrigé et barème – ondes et signaux : vitesse de la lumière, année-lumière et transmission d'une information — niveau ★

Durée : 55 min – Calculatrice autorisée – Sur 20 points · Physique 4e

Exercice 1 – Vrai ou faux ? Justifie *(4 pts)*

a) **Faux** (0,5 pt). Une onde radio est une onde électromagnétique, comme la lumière : elle traverse le vide à environ 300 000 km/s. Un son est une vibration de la matière, à environ 340 m/s dans l'air, qui ne traverse jamais le vide. (0,5 pt) (1)

b) **Vrai** (0,5 pt). L'eau est transparente, mais la lumière y ralentit : environ 225 000 km/s, contre environ 300 000 km/s dans le vide ; $300\,000 \div 225\,000 \approx 1{,}33$. (0,5 pt) (1)

c) **Faux** (0,5 pt). Avec n bits, on écrit 2^n combinaisons : chaque bit de plus double leur nombre. $2^9 = 512$ combinaisons, et non $2 \times 9 = 18$. (0,5 pt) (1)

d) **Faux** (0,5 pt). La Lune ne produit pas de lumière : c'est un objet diffusant, qui renvoie dans toutes les directions une partie de la lumière qu'il reçoit du Soleil, la source primaire. (0,5 pt) (1)

Méthode — on justifie toujours avec une valeur ou une règle du cours (225 000 km/s dans l'eau, 2^n combinaisons) ; pour un « faux », on écrit en plus ce qui est juste : $2^9 = 512$, et non 18 ; la Lune est un objet diffusant.

Exercice 2 – La sonnette connectée *(4 pts)*

a) Source primaire : la **lampe du porche**, qui produit sa propre lumière (0,5 pt). Objet diffusant : le **livreur**, qui ne produit pas de lumière mais renvoie une partie de celle de la lampe dans toutes les directions ; récepteur : la **caméra**, qui reçoit la lumière venant du livreur : lampe → livreur → caméra. (0,5 pt) (1)

b) Entre la bouche et le micro : signal **sonore** ; dans les fils : signal **électrique** (0,5 pt) ; entre la sonnette et la box : **ondes radio** (le Wi-Fi). (0,5 pt) (1)

c) Le canal est **l'air**, que traversent les ondes radio (0,5 pt). Elles n'ont pas besoin de câble et passent à travers la porte et la plupart des murs ; elles atteignent le téléphone de Yasmine où qu'il se trouve, même s'il se déplace. (0,5 pt pour les deux raisons) (1)

d) L'**information** (l'image et la voix du livreur) reste la même (0,5 pt). Le dernier convertisseur est le **haut-parleur** du téléphone : il change le signal électrique en signal sonore pour l'oreille de Yasmine (pour l'image, c'est l'écran du téléphone). (0,5 pt) (1)

Erreur fréquente — prendre le livreur pour une source de lumière parce qu'on le voit : on voit aussi les objets éclairés, qui renvoient la lumière d'une source primaire.

Exercice 3 – Des durées et des distances *(4 pts)*

a) $t = d \div v = 6 \div 300\,000 = 0{,}000\,02$ s $= 2 \times 10^{-5}$ s (0,5 pt) ; 1 µs $= 10^{-6}$ s, donc $t = 20$ µs. (0,5 pt) (1)

b) $t = 6\,000 \div 340 \approx 17{,}6$ s (0,5 pt). Le son est près d'un million de fois plus lent que les ondes radio, et il s'affaiblit très vite : il ne porte qu'à quelques dizaines de mètres. (0,5 pt) (1)

c) $t = 1\,700 \div 200\,000 = 0{,}008\,5$ s (0,5 pt) $= 8{,}5$ ms. (0,5 pt) (1)

d) Trajet aller-retour : $d = c \times t = 3 \times 10^{8} \times 2{,}7 \times 10^{-7} = 81$ m (0,5 pt). La lumière a fait deux fois la longueur : le gymnase mesure $81 \div 2 = 40{,}5$ m. (0,5 pt) (1)

Piège — avant de calculer, on met d et v dans la même unité (km avec km/s, m avec m/s) ; et la durée d'un écho correspond à l'aller ET au retour.

Exercice 4 – Un message porté par la lumière *(5 pts)*

a) Entre la DEL et la photodiode : signal **lumineux** ; dans les fils : signal **électrique** (0,5 pt). Il est **numérique** : il ne prend que deux niveaux, 0 V et 5 V, notés 0 et 1. (0,5 pt) (1)

b) On lit un bit toutes les 4 ms : **10011101** (0,5 pt). 8 bits = **1 octet**. (0,5 pt) (1)

c) 1 s = 1 000 ms (0,5 pt) ; $1\,000 \div 4 =$ **250 bits** par seconde. (0,5 pt) (1)

d) $2^{6} = 64 < 100$: 6 bits ne suffisent pas (0,5 pt) ; $2^{7} = 128 \geq 100$: il faut au moins **7 bits**. (0,5 pt) (1)

e) $t = d \div c = 1{,}5 \div (3 \times 10^{8}) = 5 \times 10^{-9}$ s (0,5 pt). Un bit dure 4 ms $= 4 \times 10^{-3}$ s, soit 800 000 fois plus : le trajet de la lumière est négligeable, il ne gêne pas la lecture. (0,5 pt) (1)

Méthode — pour trouver le nombre minimal de bits, je double à partir de 1 (2, 4, 8, 16, 32, 64, 128…) jusqu'à atteindre ou dépasser le nombre de messages, et je compte les doublements.

Exercice 5 – Pollux, l'étoile des Gémeaux *(3 pts)*

a) Une **distance** : celle que parcourt la lumière en un an (0,5 pt). $d \approx 34 \times 9{,}46 \times 10^{12} = 321{,}64 \times 10^{12} \approx \mathbf{3{,}22 \times 10^{14}}$ **km**. (0,5 pt) (1)

b) Non : sa lumière a voyagé 34 ans, on la voit telle qu'elle était quand cette lumière est partie (0,5 pt). $2026 - 34 =$ **1992**. (0,5 pt) (1)

c) Les ondes radio vont à la vitesse de la lumière : 34 ans de trajet, arrivée vers $2026 + 34 =$ **2060** (0,5 pt). La réponse met encore 34 ans : $2060 + 34 =$ **2094**. (0,5 pt) (1)

Astuce — un astre à N années-lumière : sa lumière reçue aujourd'hui est partie il y a N ans, et un message radio envoyé aujourd'hui y arrivera dans N ans ; une question et sa réponse, $2 \times$ N ans.

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).