Devoir surveillé – 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

Nom : _____ Date : _____ Note : _____ / 20

Tous les calculs doivent figurer sur la copie. Les résultats seront donnés sous la forme la plus simple possible.

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

Indique si chaque affirmation est vraie ou fausse, puis justifie avec une phrase, un calcul ou une valeur du cours.

a) « Une onde radio est un son trop grave pour que l'oreille l'entende. »

b) « Dans l'eau d'une piscine, la lumière va environ 1,3 fois moins vite que dans le vide. »

c) « Avec 9 bits, on peut écrire 18 combinaisons différentes. »

d) « La Lune brille la nuit : c'est donc une source primaire de lumière. »

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

Un soir, un livreur sonne à la sonnette connectée d'une maison ; la lampe du porche s'allume. La caméra de la sonnette filme le livreur et son micro capte sa voix. La sonnette envoie l'image et le son en Wi-Fi à la box de la maison, reliée à Internet par une fibre optique. À son travail, Yasmine les reçoit en 4G sur son téléphone : elle voit et entend le livreur.

a) La lampe du porche, le livreur, la caméra : lequel est la source primaire ? l'objet diffusant ? le récepteur de lumière ? Justifie chaque réponse.

b) Donne, dans l'ordre, la nature du signal qui porte la voix du livreur : entre sa bouche et le micro ; dans les fils, entre le micro et l'antenne de la sonnette ; entre la sonnette et la box.

c) Entre la sonnette et la box, puis entre l'antenne 4G et le téléphone de Yasmine, quel est le canal ? Donne deux raisons pour lesquelles une liaison sans fil convient mieux ici qu'un fil.

d) Le signal change plusieurs fois de nature entre le livreur et Yasmine. Qu'est-ce qui, lui, ne change pas ? Pour la voix du livreur, quel est le dernier convertisseur de la chaîne, et que produit-il ?

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

Données : ondes radio et lumière dans l'air, environ 300 000 km/s, soit 3×10^8 m/s ; lumière dans une fibre optique, environ 200 000 km/s ; son dans l'air, environ 340 m/s.

a) Une antenne relais 4G est à 6 km d'un téléphone. Calcule le délai de propagation des ondes radio entre l'antenne et le téléphone, en s, puis en µs.

b) Combien de temps le son mettrait-il pour parcourir ces 6 km dans l'air ? Arrondis au dixième. Explique pourquoi on ne communique pas au loin avec le son.

c) Une fibre optique de 1 700 km relie deux centres de données. Calcule le délai de propagation, en ms.

d) Un télémètre laser posé contre un mur vise le mur d'en face d'un gymnase : la lumière réfléchie revient $2{,}7 \times 10^{-7}$ s après l'émission. Quelle est la longueur du gymnase ?

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

En TP, une carte programmable allume et éteint une DEL pour envoyer un message : DEL allumée = 1, DEL éteinte = 0. À 1,5 m de là, une photodiode reçoit la lumière ; sa tension vaut 5 V quand la DEL est allumée, 0 V quand elle est éteinte. Chaque bit dure 4 ms. Lumière dans l'air : 3×10^8 m/s.

Tension de la photodiode pendant l'envoi du message

Temps (ms)	**0 à 4**	**4 à 8**	**8 à 12**	**12 à 16**	**16 à 20**	**20 à 24**	**24 à 28**	**28 à 32**
Tension (V)	5	0	0	5	5	5	0	5

a) De quelle nature est le signal entre la DEL et la photodiode ? et dans les fils de la photodiode ? Ce signal est-il analogique ou numérique ? Justifie.

b) Écris le message reçu. Combien d'octets compte-t-il ?

c) Combien de bits la DEL envoie-t-elle en une seconde ?

d) Le professeur veut pouvoir envoyer 100 messages différents. Combien de bits faut-il au minimum par message ? Justifie.

e) La lumière met-elle un temps gênant pour aller de la DEL à la photodiode ? Calcule cette durée et compare-la à la durée d'un bit.

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

Pollux est l'étoile la plus brillante de la constellation des Gémeaux. Elle se trouve à environ 34 années-lumière (a.l.) de la Terre. On prend 1 a.l. $\approx 9{,}46 \times 10^{12}$ km. On est en 2026.

a) L'année-lumière est-elle une durée ou une distance ? Calcule la distance de Pollux en km, en notation scientifique (arrondi au centième).

b) Ce soir, on observe Pollux. La voit-on telle qu'elle est aujourd'hui ? Justifie, puis donne l'année où est partie la lumière reçue.

c) Un radiotélescope envoie aujourd'hui un message radio vers Pollux. Vers quelle année arriverait-il ? Si une réponse partait aussitôt, vers quelle année la recevrait-on, au plus tôt ?

Bon courage !

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).