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 – Corriger une copie *(4 pts)*

Énoncé donné à Enzo : « En plein désert, un photographe envoie une vidéo de 750 Mo à son agence par un satellite géostationnaire, à 36 000 km d'altitude (ondes radio : 300 000 km/s), avec un débit de 50 Mbit/s. Au bout de combien de temps la vidéo est-elle entièrement arrivée ? »
Copie d'Enzo : « Délai : 36 000 ÷ 300 000 = 0,12 s. Envoi : 750 ÷ 50 = 15 s. Total : 15 + 0,12 = 15,12 s. »

a) Enzo a fait deux erreurs. Trouve-les et explique-les.

b) Écris la bonne réponse.

c) Pour gagner du temps, Enzo propose un satellite en orbite basse, à 600 km d'altitude, avec le même débit. Gagne-t-on beaucoup ? Justifie par un calcul.

d) Par le satellite géostationnaire, quel débit faudrait-il au minimum pour que la vidéo soit entièrement arrivée en 30 s ? Arrondis à l'unité supérieure.

Exercice 2 – Problème — La profondeur d'un lagon *(4 pts)*

Pour dresser la carte d'un lagon, on mesure sa profondeur de deux façons. Un bateau utilise un sonar : il émet un son sous l'eau et capte son écho sur le fond (son dans l'eau de mer : environ 1 500 m/s). Un avion utilise un lidar : il envoie vers la mer de brefs éclairs de laser vert ; une partie de la lumière se réfléchit sur la surface de l'eau, une autre traverse l'eau claire et se réfléchit sur le fond. Pour la lumière, utilise les vitesses du cours.

a) Au-dessus d'un point du lagon, l'écho du sonar revient 0,016 s après l'émission. Calcule la profondeur.

b) Au même point, l'avion reçoit deux échos : celui de la surface, puis celui du fond. Calcule la durée qui les sépare, en notation scientifique (arrondi au centième).

c) Un technicien prend par erreur 300 000 km/s pour la lumière dans l'eau. Quelle profondeur trouve-t-il à partir de la durée du b) ? Explique son erreur.

d) Au-dessus d'une zone où l'eau est trouble, le lidar ne reçoit plus d'écho du fond, mais le sonar fonctionne encore. Explique ces deux observations.

Exercice 3 – Enquête — Un octet abîmé *(4 pts)*

Une carte programmable envoie un octet dans un câble de 2 km : 5 V = 1, 0 V = 0. Au départ, la tension vaut 5 V de 0 à 1,2 ms, 0 V de 1,2 à 1,6 ms, 5 V de 1,6 à 2,0 ms, puis 0 V de 2,0 à 3,2 ms. L'octet entier dure 3,2 ms. Signal électrique dans le câble : environ 200 000 km/s.

a) Déduis des données la durée d'un bit, puis écris l'octet envoyé.

b) Calcule le débit de cette liaison, en bit/s.

c) À l'arrivée, des parasites ont déformé le signal. Au milieu de chaque bit, le récepteur mesure, dans l'ordre : 4,6 V ; 4,1 V ; 5,3 V ; 0,4 V ; 3,9 V ; 0,8 V ; −0,3 V ; 0,6 V. Quel octet lit-il ? Explique pourquoi les parasites n'ont pas abîmé le message, alors qu'ils auraient abîmé pour de bon un signal analogique.

d) Le premier bit arrive-t-il au bout du câble avant que le dernier bit soit parti ? Justifie par un calcul, puis donne l'instant où l'octet est entièrement arrivé.

Exercice 4 – Problème — Pluton, des images qui arrivent lentement *(4 pts)*

Le 14 juillet 2015, la sonde New Horizons passe près de Pluton, à environ $4{,}8 \times 10^9$ km de la Terre. Elle enregistre environ 50 gigabits (50×10^9 bits) de photos et de mesures, puis les envoie vers la Terre par ondes radio (300 000 km/s), avec un débit moyen d'environ 2 000 bit/s. Les dernières données arrivent sur Terre le 25 octobre 2016.

a) Calcule la durée du trajet du signal radio de la sonde à la Terre, en heures et minutes. Exprime la distance de la sonde en heures-lumière (arrondi au dixième).

b) Calcule la durée qu'il faudrait pour envoyer les 50 gigabits sans interruption, en s, puis en jours (arrondi à l'unité).

c) Pendant le survol, personne ne pilotait la sonde depuis la Terre : tout avait été programmé à l'avance. Justifie ce choix : si les ingénieurs envoyaient un ordre et que la sonde répondait aussitôt, au bout de combien de temps recevraient-ils sa réponse ? Donne le résultat en heures et minutes.

d) Une photo de Pluton arrive sur Terre en octobre 2016. Un élève dit : « On voit Pluton telle qu'elle était quelques heures plus tôt, le temps du trajet de l'onde, comme quand on regarde une étoile. » Corrige-le.

Exercice 5 – Débat — Quatre affirmations à juger *(4 pts)*

Dis si chaque affirmation est juste ou fausse, puis justifie par un calcul ou une règle du cours. Utilise les valeurs du cours.

a) Lucie : « Mon micro est branché sur la prise jack de l'ordinateur : le signal dans le fil est électrique, donc il est numérique. »

b) Noah : « En passant de 4 à 8 bits par mesure, on double le nombre de niveaux possibles. »

c) Clara : « Capella est à environ $4{,}06 \times 10^{14}$ km de la Terre. Si son éclat changeait ce soir, on ne pourrait pas le voir avant 2060. »

d) Ambre : « Dans une fibre optique, la lumière va à 200 000 km/s : son débit ne peut donc pas dépasser 200 000 bit/s. »

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).