Les caractéristiques d'un home cinéma

Bac S 2016 Antilles-Guyane (ancien programme) · Exercice 3 **5 points** **Durée conseillée 50 min**

1.1 À quelle grandeur physique est liée la hauteur d'un son ?

La hauteur d'un son est liée à sa **fréquence** (celle du fondamental), en hertz : plus la fréquence est grande, plus le son est aigu.

PIÈGE
Ne pas confondre la hauteur (fréquence du fondamental) avec le timbre (forme du signal, harmoniques) ni avec le niveau sonore (amplitude).

1.2 Laquelle des trois courbes de niveau sonore correspond au caisson de graves ? Justifier.

Un caisson de graves restitue les sons très graves, donc de basse fréquence.

La courbe 1 est la seule à présenter un niveau sonore élevé (près de 90 dB) dès 40 Hz environ ; elle s'effondre ensuite et ne restitue plus rien au-delà de 700 Hz environ. Les courbes 2 et 3 ne démarrent que vers 40 Hz et 90 Hz et restent élevées jusqu'aux aigus.

Le caisson de graves correspond à la **courbe 1**.

MÉTHODE
L'axe des fréquences est logarithmique : entre 20 et 100 Hz, les graduations verticales marquent 30, 40, 50… Hz. On repère d'abord les décades (20, 100, 1 k) avant de lire.

1.3 Chaque enceinte seule donne 70 dB au niveau du canapé. Les cinq enceintes fonctionnant ensemble, le son présente-t-il un danger pour l'audition du technicien ?

Données utiles $L_1 = 70$ dB par enceinte ; $I_0 = 1{,}0 \times 10^{-12}\ \mathrm{W \cdot m^{-2}}$; seuil de danger : 85 dB

Ce sont les intensités sonores qui s'ajoutent, pas les niveaux.

Pour une enceinte : $L_1 = 10 \log \dfrac{I_1}{I_0}$, donc $I_1 = I_0 \times 10^{L_1/10}$

$I_1 = 1{,}0 \times 10^{-12} \times 10^{7{,}0} = 1{,}0 \times 10^{-5}\ \mathrm{W \cdot m^{-2}}$

Pour les cinq enceintes : $I = 5\, I_1 = 5{,}0 \times 10^{-5}\ \mathrm{W \cdot m^{-2}}$, d'où

$$L = 10 \log \frac{I}{I_0} = 10 \log \frac{5{,}0 \times 10^{-5}}{1{,}0 \times 10^{-12}} = 77\ \mathrm{dB}$$

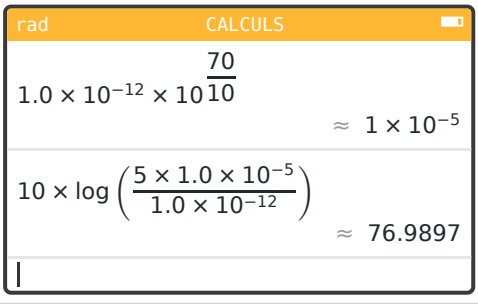
$L = 77\ \mathrm{dB} < 85\ \mathrm{dB}$: le niveau reste sous le seuil de danger, le son ne présente **pas de danger** pour l'audition.

PIÈGE
Additionner les niveaux : $5 \times 70 = 350$ dB n'a aucun sens. Multiplier l'intensité par 5 ajoute seulement $10 \log 5 \approx 7$ dB.

COMPRENDRE
Deux chiffres significatifs, comme I_0 et le niveau de 70 dB lu au sonomètre : on écrit 77 dB et non 76,99 dB.

MÉTHODE
Raccourci utile : $L = 10 \log \dfrac{5\, I_1}{I_0} = L_1 + 10 \log 5$.
Le calcul de I_1 devient inutile.

À LA CALCULATRICE



2.1 Définir ce qu'est une onde progressive.

Une onde progressive est la propagation d'une perturbation de proche en proche, **sans transport de matière** mais **avec transport d'énergie**.

2.2 Quelle est la principale différence entre une onde mécanique et une onde électromagnétique ?

Une onde mécanique a besoin d'un **milieu matériel** pour se propager ; une onde électromagnétique peut aussi se propager **dans le vide**.

COMPRENDRE
Le son de l'enceinte est une onde mécanique (il lui faut l'air), le signal de la télécommande une onde électromagnétique, comme la lumière.

2.3 Justifier, à l'aide des documents, que le rayonnement émis par la télécommande est bien un rayonnement infrarouge.

Données utiles fréquence émise $\nu = 3{,}10 \times 10^{14}$ Hz ; $c = 3{,}00 \times 10^{8}\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ (à connaître)

Longueur d'onde dans le vide du rayonnement : $\lambda = \dfrac{c}{\nu}$

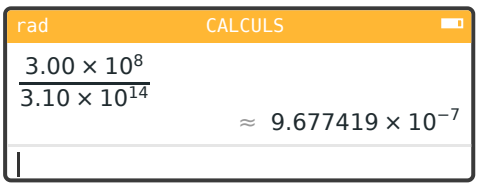
$$\lambda = \frac{3{,}00 \times 10^{8}}{3{,}10 \times 10^{14}} = 9{,}68 \times 10^{-7}\ \text{m} = 968\ \text{nm}$$

Le domaine visible s'étend de 400 nm (violet) à 800 nm (rouge).

$\lambda = 968\ \text{nm} > 800\ \text{nm}$: le rayonnement est situé au-delà du rouge, c'est bien un **infrarouge**.

PIÈGE
La lettre grecque ν désigne la fréquence, pas une vitesse. Les limites du visible (400 nm et 800 nm) ne sont pas dans le sujet : il faut les connaître.

À LA CALCULATRICE



2.4 Le signal émis par la télécommande est-il de nature analogique ou numérique ? Justifier.

Sur l'enregistrement, la tension ne prend que deux valeurs : environ 0 V et environ 4,6 V, avec des passages brusques de l'une à l'autre.

Le signal ne prend qu'un nombre fini de valeurs (deux niveaux) : il est **numérique**.

COMPRENDRE
Un signal analogique varie de façon continue et peut prendre toutes les valeurs d'un intervalle. Cette distinction, au programme du Bac S, ne figure plus dans le programme actuel de spécialité.

3.1 Une télévision UHD de 65 pouces est regardée depuis un canapé placé à environ 2,50 m. Les conditions d'utilisation recommandées par le constructeur sont-elles respectées ?

Données utiles norme UHD : distance minimale $= 1{,}3\times$ la diagonale ; 1 pouce $= 2{,}54$ cm

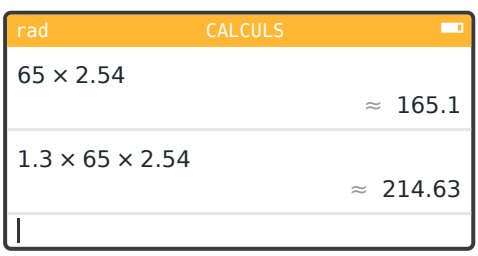
Diagonale de l'écran : $65 \times 2{,}54 = 165$ cm.

Distance minimale recommandée : $d_{\text{min}} = 1{,}3 \times 165 = 2{,}1 \times 10^{2}\ \text{cm} = 2{,}1\ \text{m}$

$2{,}50\ \text{m} > d_{\text{min}} = 2{,}1\ \text{m}$: les conditions recommandées sont **respectées**.

PIÈGE
Le tableau donne une distance minimale : il faut être plus loin que 2,1 m, pas plus près. Penser aussi à convertir les pouces en centimètres.

À LA CALCULATRICE



3.2 Si le téléspectateur s'approche de l'écran, quel défaut apparaîtra sur l'image ?

En dessous de la distance minimale, l'œil distingue les pixels : l'image paraît **pixellisée** (petits carrés visibles, contours en escalier).

3.3 Calculer la définition de l'écran de la TV UHD.

Données utiles UHD : 3840 pixels en largeur, 2160 pixels en hauteur

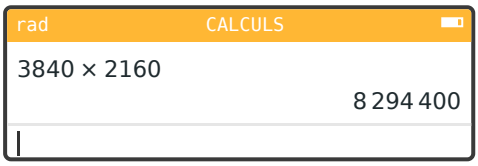
La définition est le nombre total de pixels de l'écran :

$3840 \times 2160 = 8\,294\,400$ pixels

Définition : $8{,}29 \times 10^6$ pixels, soit environ 8,3 mégapixels.

PIÈGE
La définition (nombre de pixels) n'est pas la résolution (nombre de pixels par unité de longueur) et ne dépend pas de la taille de l'écran.

À LA CALCULATRICE



3.4 Calculer le nombre de couleurs différentes que peut générer un pixel de l'écran.

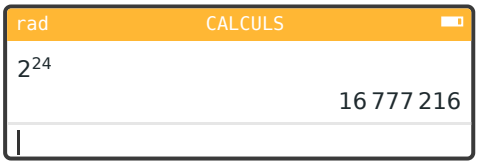
Données utiles un pixel est codé sur 3 octets ; 1 octet = 8 bits

Un pixel est codé sur $3 \times 8 = 24$ bits. Chaque bit vaut 0 ou 1, donc 24 bits donnent 2^{24} combinaisons.

$2^{24} = 16\,777\,216$, soit environ $1{,}68 \times 10^7$ couleurs (près de 17 millions).

MÉTHODE
Avec n bits, on code 2^n valeurs. Autre chemin : 256 nuances par composante (2^8), donc 256^3 couleurs.

À LA CALCULATRICE



3.5 Vérifier que la taille d'une image au format UHD est d'environ 25 Mo.

Données utiles définition : 8 294 400 pixels (3.3) ; 3 octets par pixel ; 1 Mo = 10^6 octets

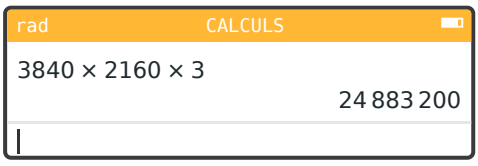
Taille = nombre de pixels × nombre d'octets par pixel :

$8\,294\,400 \times 3 = 24\,883\,200$ octets $= 24{,}9 \times 10^6$ octets

Taille d'une image : $24{,}9$ Mo ≈ 25 Mo, valeur attendue.

COMPRENDRE
Les images numériques (pixel, codage RVB, taille d'un fichier) étaient au programme du Bac S ; elles ne font plus partie du programme actuel de spécialité.

À LA CALCULATRICE



3.6 Montrer que le fichier d'un film UHD de 1 h 30 min ne peut théoriquement pas tenir sur un seul Blu-Ray double couche de 50 Go.

Données utiles 25 images par seconde ; 25 Mo par image (3.5) ; fichier audio : 10 Go ; 1 Go $= 10^3$ Mo

Durée du film : $\Delta t = 1 \times 3600 + 30 \times 60 = 5400$ s.

Nombre d'images : $N = 25 \times 5400 = 1{,}35 \times 10^5$ images.

Taille de la vidéo : $1{,}35 \times 10^5 \times 25 = 3{,}4 \times 10^6$ Mo $= 3{,}4 \times 10^3$ Go

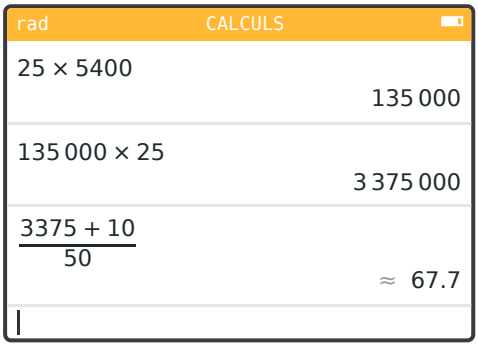
L'ajout des 10 Go du fichier audio ne change pas ce résultat arrondi.

Taille du film : environ $3{,}4 \times 10^3$ Go (3,4 To), soit près de 70 fois la capacité de 50 Go : le film **ne tient pas** sur un seul Blu-Ray.

PIÈGE
Oublier de convertir 1 h 30 min en secondes alors que la cadence est donnée en images par seconde.

COMPRENDRE
Sans arrondir, $3375 + 10 = 3385$ Go : c'est exactement la valeur de 3,385 To reprise par le sujet à la question 4.3.

À LA CALCULATRICE



4.1 Parmi les modes de transmission cités dans les documents, quels sont ceux qui mettent en œuvre une propagation guidée ?

Dans une propagation guidée, le signal suit un support matériel (câble, fibre).

Propagation guidée : l'**ADSL** (câble de cuivre de la ligne téléphonique) et la **fibre optique**. La téléphonie mobile (3G+, H+, 4G) utilise une propagation libre par ondes hertziennes.

4.2 Quel mode de transmission privilégier pour regarder en streaming un film au format UHD sur un home cinéma ? Argumenter.

Données utiles débit minimal nécessaire : $25\ \text{Mbit} \cdot \text{s}^{-1}$; débits moyens (en $\text{Mbit} \cdot \text{s}^{-1}$) : 3G+ 3,6 ; H+ 5 ; 4G 40 ; ADSL 20 ; fibre 100

Seuls deux modes dépassent le débit minimal de $25\ \text{Mbit} \cdot \text{s}^{-1}$: la 4G (40) et la fibre optique (100). L'ADSL (20) est insuffisant.

Le home cinéma est une installation fixe, à domicile ; la fibre offre le débit le plus élevé, quatre fois le minimum requis, alors que la 4G relève de la téléphonie mobile.

Le mode à privilégier est la **fibre optique**.

4.3 Montrer que les débits actuels ne permettent pas de regarder en streaming, sans compression d'images, un film UHD de 3,385 To durant 1 h 30 min.

Données utiles 1 To $= 10^{12}$ octets ; 1 octet $= 8$ bits ; $\Delta t = 5400$ s (3.6) ; meilleur débit : fibre, $100\ \text{Mbit} \cdot \text{s}^{-1}$

Nombre de bits à transmettre : $n = 3{,}385 \times 10^{12} \times 8 = 2{,}708 \times 10^{13}$ bits.

En streaming, le film doit être reçu au rythme où il est regardé, donc en $\Delta t = 5400$ s. Débit binaire nécessaire :

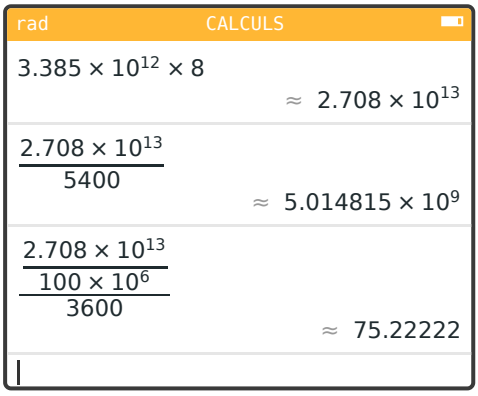
$$D = \frac{n}{\Delta t} = \frac{2{,}708 \times 10^{13}}{5400} = 5{,}0 \times 10^{9}\ \text{bit} \cdot \text{s}^{-1} = 5{,}0 \times 10^{3}\ \text{Mbit} \cdot \text{s}^{-1}$$

$D \approx 5{,}0 \times 10^{3}\ \text{Mbit} \cdot \text{s}^{-1}$, soit 50 fois le débit de la fibre ($100\ \text{Mbit} \cdot \text{s}^{-1}$) : aucun mode de transmission actuel ne suffit.

PIÈGE
Un débit s'exprime en bits par seconde, une taille de fichier en octets : sans le facteur 8, le résultat est faux.

MÉTHODE
Autre argument possible : avec la fibre, la transmission durerait $\frac{n}{D_{\text{fibre}}} \approx 2{,}7 \times 10^{5}$ s, soit 75 h pour un film de 1 h 30 min.

À LA CALCULATRICE



4.4 Pourquoi est-il nécessaire de compresser les fichiers lors de leur transmission ?

La compression réduit le nombre de bits à transmettre pour une même information.

Le débit nécessaire devient inférieur au débit disponible et la durée de transmission diminue : le film peut être regardé en streaming sans saccades.

COMPRENDRE
Pour passer de $5{,}0 \times 10^{3}$ à $25\ \text{Mbit} \cdot \text{s}^{-1}$, le fichier doit être réduit d'un facteur 200 environ. Le débit binaire n'est plus au programme actuel de spécialité.