

T spé PC	Devoir surveillé N°1	mercredi 07/10/2020
----------	----------------------	---------------------

Nom et Prénom :

Exercice 1 : Représentation artistique (10,5 points)

Lors de la répétition générale d'un ballet, Alice, la pianiste, ponctue la fin du 1er acte en jouant une série de La3 successifs au cours desquels Kilian, le danseur, effectue un saut appelé « grand jeté » dans sa direction : il fait un bond jambes tendues de 1,9 m en 0,75 s.

Après le baisser du rideau, le directeur artistique trouve le danseur et la pianiste en pleine discussion.

Le danseur pense que la pianiste n'a pas joué une série de La3. Elle conteste et affirme qu'elle a bien joué la bonne note.



Partie 1

Données : Fréquence (en hertz) de quelques notes de la gamme tempérée

Note	Do	Ré	Mi	Fa	Sol	La	Si
Octave 1	65	73	82	87	98	110	123
Octave 2	131	147	165	175	196	220	247
Octave 3	262	294	330	349	392	440	494

- 1.1 Déterminer la vitesse moyenne du danseur au cours de son « grand jeté ». 1
- 1.2 Quelle est la fréquence des notes émises par le piano pendant le grand jeté du danseur ? 0,5
- 1.3 La fréquence perçue par le danseur est-elle supérieure ou inférieure à celle émise par le piano ? Justifier à partir de l'énoncé. 1

Suivant les conditions, le décalage Doppler est calculé par l'une des relations suivantes :

$$\Delta f = f_E \times \frac{v_R}{v_{son} - v_R} \quad (\text{relation 1})$$

$$\Delta f = - f_E \times \frac{v_R}{v_{son} + v_R} \quad (\text{relation 2})$$

Δf est le décalage Doppler correspondant à la différence entre la fréquence de l'onde reçue et la fréquence de l'onde émise ;

f_E est la fréquence de l'onde émise par l'émetteur ;

v_R est la vitesse du récepteur par rapport à l'émetteur ;

v_{son} est la vitesse de propagation du son dans l'air. Elle est estimée à 340 m.s⁻¹.

- 1.4 Parmi les relations ci-dessus, indiquer celle qui correspond à la situation étudiée. Justifier. 1
- 1.5 Calculer le décalage Doppler correspondant à la situation. 1
- 1.6 En déduire la fréquence de la série de notes perçues par le danseur pendant son « grand jeté » ? La valeur sera donnée avec 4 chiffres significatifs, 1

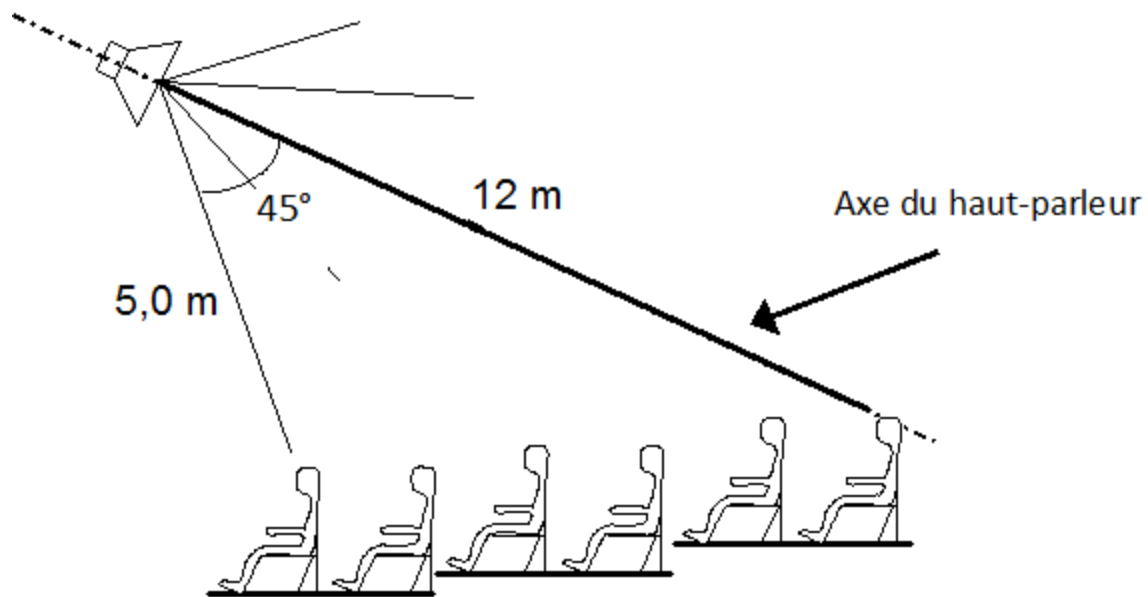
L'oreille humaine n'est capable de percevoir la différence de fréquence entre deux sons successifs que si la variation relative des fréquences entre ces deux sons, notée $\frac{\Delta f}{f_E}$, est supérieure ou égale à une certaine valeur appelée seuil différentiel relatif, S_{dr} .

Pour une oreille entraînée, par exemple par plusieurs années d'études musicales, ce seuil vaut 1/1000 quelle que soit la fréquence du son.

- 1.7 Sachant que le danseur a une oreille entraînée par des années d'études musicales, justifier l'origine du désaccord entre la pianiste et le danseur. 1

Partie 2

Avant la représentation, la régisseuse de la salle de concert installe un haut-parleur en orientant son axe vers le dernier rang, comme indiqué sur le schéma ci-dessous.



Données :

- intensité sonore de référence : $I_0 = 1,00 \times 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$
- $S_{\text{demi-sphère}} = 2 \times \pi \times r^2$

On fait l'hypothèse que la puissance émise par le haut-parleur se répartit de manière homogène sur une demi-sphère de rayon r centrée sur le haut-parleur.

Au 1^{er} rang, l'intensité sonore vaut $I_1 = 8,0 \times 10^{-3} \text{ W.m}^{-2}$.

- 2.1 Exprimer puis calculer le niveau d'intensité sonore perçu au 1^{er} rang.
- 2.2 Exprimer puis calculer la puissance émise par le haut-parleur.
- 2.3 Calculer le niveau d'intensité sonore perçu au dernier rang.
- 2.4 Préciser le type d'atténuation et calculer sa valeur.

1
1
1
1
—

Exercice 2 : Jeux de lumière (9,5 points)

On envoie de la lumière d'un laser de longueur d'onde $\lambda = 650,0 \text{ nm}$ sur deux fentes verticales identiques d'ouverture a , distantes entre elles d'une longueur $b = 400 \mu\text{m}$.

L'observation se fait sur un écran situé à une distance $D = 1,80 \text{ m}$ des fentes.

1. Quelles sont les conditions nécessaires pour observer le phénomène d'interférences ?
2. Citer une application (ou une conséquence) concrète de ce phénomène.
3. Quel type d'interférences se produit au niveau des franges sombres ? Au niveau des franges brillantes ?

La différence de chemin optique est définie par la relation

$$\delta_0 = n \times \frac{b \times x}{D}$$

avec x l'abscisse d'un point M sur l'écran (en m)

L'expérience est réalisée dans l'air dont l'indice optique vaut $n = 1,00$, on assimile alors :

$$\delta_0 = \delta \text{ et } \lambda_0 = \lambda$$

On utilisera donc la relation :

$$\delta = \frac{b \times x}{D}$$

4. Calculer la différence de chemin optique au point M d'abscisse $x = 11,7 \text{ cm}$.
5. Indiquer si ce point se trouve sur une frange brillante ou sombre. Justifier.
6. Définir l'interfrange i et démontrer qu'elle s'exprime suivant la relation ci-dessous.

$$i = \frac{\lambda \times D}{b}$$

7. Calculer l'interfrange i .

La photo ci-dessous montre la figure obtenue sur l'écran d'observation :



8. À partir de la photo, mesurer le plus précisément possible l'interfrange notée i .

On rappelle que pour une grandeur x facile à mesurer à l'aide d'un instrument gradué, l'incertitude-type associée est :

$$u(x) = \frac{1 \text{ graduation}}{2}$$

9. Calculer l'incertitude-type $u(i)$ associée à la mesure de l'interfrange.
10. Ecrire avec un nombre adapté de chiffres significatifs le résultat de votre mesure sous la forme « $i = \dots$ avec une incertitude-type $u(i) = \dots$ ».

Pour vérifier la compatibilité d'une grandeur x avec la valeur de référence x_{ref} , on calcule le z-score à l'aide de la relation

$$z = \frac{|x - x_{\text{ref}}|}{u(x)}$$

11. L'incertitude fournit une estimation de l'étendue des valeurs que l'on peut raisonnablement attribuer à une grandeur. Vérifier la compatibilité du résultat de votre mesure de l'interfrange avec la valeur calculée qui sera prise comme référence.

1

0,5

0,5

1

1,5

1,5

0,5

1

0,5

1

0,5