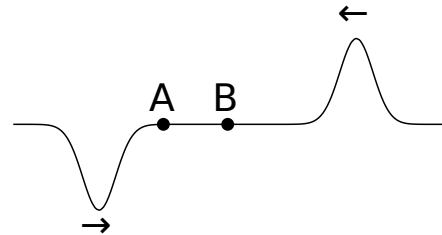


Remarque : exercice avec ★ : exercice particulièrement important, à maîtriser en priorité (de même que les exemples de questions de cours des “ce qu’il faut savoir faire”) | [●○○] : difficulté des exercices

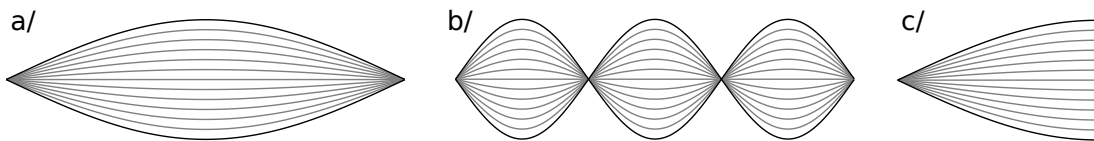
I Vrai-faux/questions courtes _____ ★ | [●○○]

- 1 - (V/F) Une onde peut être utilisée pour transporter de la matière d’un endroit à un autre.
- 2 - (V/F) Une onde peut être utilisée pour transporter de l’énergie d’un endroit à un autre.
- 3 -

Le schéma ci-contre représente une corde sur laquelle se déplacent deux perturbations. Tracer l’allure de la corde à différents instants ultérieurs, en particulier quand les deux ondes se croisent.



- 4 - On considère une corde accrochée à une extrémité et tenu à la main de l’autre côté. La corde est tendue. Lorsqu’on agite la main, la perturbation engendrée se propage. Est-ce que la façon d’agiter la main permet d’avoir une vitesse de propagation plus ou moins rapide ?
- 5 - Les schémas ci-dessous représentent des perturbations sur une corde à des instants t fixés. Sur chacun, faire apparaître la longueur d’onde λ (ou $\lambda/2$ ou $\lambda/4$ selon ce qui est plus pratique).



- 6 - Une onde lumineuse est-elle diffractée par une porte ? Et une onde sonore de fréquence 1 kHz ?

II Vitesse d’une moto par analyse de l’effet Doppler _____ [●○○]

Étude de l’effet Doppler

On considère une source qui émet un bip tout les temps T . Cette source se rapproche d’un récepteur avec une vitesse v . La célérité du son dans l’air est notée c , et on prendra $c = 340$ m/s.

- 1 - On note d la distance entre la source et le récepteur à l’instant $t = 0$. À $t = 0$ il y a émission d’un bip. À quel instant est-il reçu par le récepteur ?
Le bip suivant est émis à l’instant $t = T$. À quel instant est-il reçu par le récepteur ?
En déduire la période T' avec laquelle le récepteur reçoit le signal.

Le fait que $T' \neq T$ est appelé effet Doppler.

- 2 - Dans le cas précédent, a-t-on $T' > T$ ou $T' < T$? Que faut-il faire pour avoir l’inverse ?
- 3 - Citer une situation où vous entendez une manifestation de l’effet Doppler.

La question 1 permet de déduire les formules suivantes pour l’effet Doppler : lorsqu’une source de fréquence f_0 est en mouvement à la vitesse v par rapport à un récepteur, alors la fréquence perçue par le récepteur est

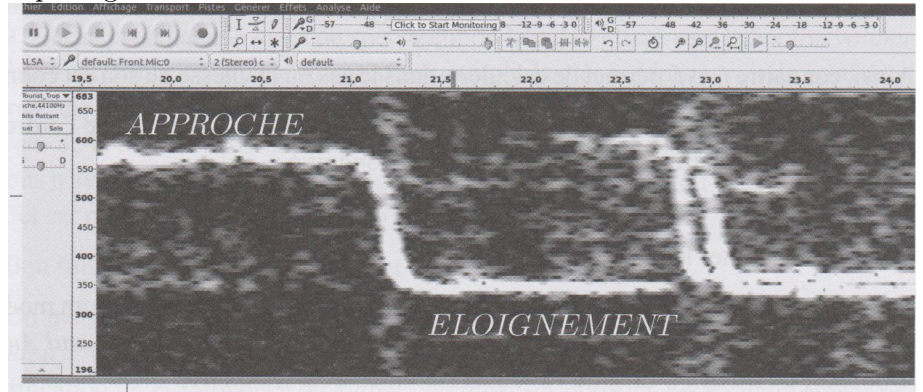
$$f_r = f_0 \times \frac{c}{c - v} \text{ si la source se rapproche, } f_r = f_0 \times \frac{c}{c + v} \text{ si la source s'éloigne.}$$

Exploitation

La vidéo d'introduction de la course de motos de l'île de Man (Royaume-Unis) débute par une séquence où des motos passent à pleine vitesse devant la caméra, sur une petite route de campagne. On entend clairement un changement de fréquence lors de leur passage. Nous souhaitons en déduire leur vitesse.



Capture de la vidéo <https://www.youtube.com/watch?v=Kd-LRagUorQ> (site classe). On ne voit pas bien la moto car elle va trop vite.



Zoom sur une portion du spectrogramme de la piste audio de la vidéo, réalisé avec Audacity. Source : Mathieu L.

Le spectrogramme ci-dessus à droite est une représentation où figure en ordonnée la fréquence (en Hz) et en abscisse le temps (en s). Chaque abscisse correspond à un instant donné, et en blanc apparaissent les fréquences qui dominent le spectre à cet instant là.

4 - Quelle est la vitesse de la moto ?

III Flûte à vent et ondes stationnaires [●○○]

On modélise un instrument de musique à vent de la façon la plus simple possible : un tube de longueur $L = 20$ cm, ouvert à une extrémité et fermée à l'autre. Un son est produit lorsqu'une onde stationnaire s'établit dans le tube.

L'extrémité fermée impose un nœud à l'onde de pression qui s'établit dans ce tube. Quant à l'extrémité ouverte, elle impose en première approximation un ventre à l'onde de pression.

On prendra pour la célérité des ondes sonores dans l'air à 20°C : $c = 340$ m/s.

- 1 - Représenter sur un schéma le mode de plus grande longueur d'onde possible dans le tube. Que vaut sa longueur d'onde en fonction de L ? En déduire sa fréquence.
- 2 - Représenter de même le mode de fréquence immédiatement supérieure au précédent.
- 3 - Exprimer de manière générale, en fonction d'un entier n et de L , la longueur d'onde λ_n du mode numéro n . Exprimer les fréquences correspondantes.
- 4 - Sachant qu'en première approximation un trou dans l'instrument impose un nœud, où faut-il en placer un pour supprimer le mode $n = 2$ du son produit ?

Lorsque l'on souffle dans l'instrument, tous les modes compatibles avec les conditions aux limites sont excités. C'est en bouchant ou non un ou plusieurs trous que l'on peut modifier le spectre du son émis, et donc la note.

Bien sûr, la réalité est plus complexe que le modèle retenu ici. Par exemple la forme exacte de l'embouchure (anche, tube simple ouvert, pavillon, ...) influe sur la position du ventre de sortie.

IV Diagramme de rayonnement d'un haut parleur [●●○]

Résolution de problème

- 1 - Le schéma ci-dessous représente la puissance sonore émise par un haut-parleur en fonction de la direction. Il est valable à la fréquence indiquée. En déduire un ordre de grandeur du diamètre du haut-parleur.

