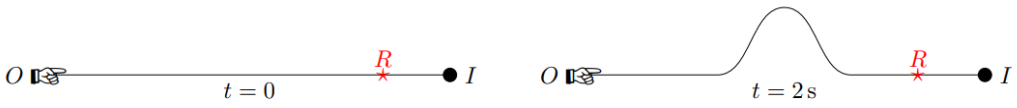
Travaux dirigés 9 :

Exercice 1 : Fausses idées sur les ondes

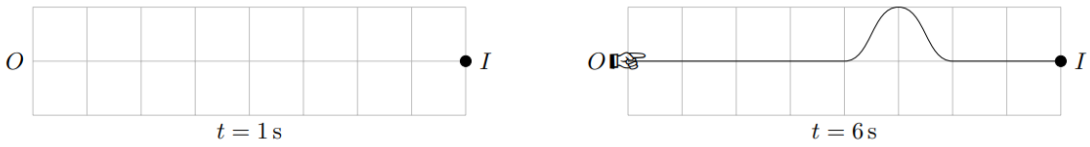
Les questions suivantes ont pour but de lever quelques mauvais réflexes spontanés au sujet des ondes. Plus intéressant que de constater vos erreurs, demandez-vous surtout pourquoi vous les faites. Toutes les questions sont indépendantes les unes des autres, mais la corde est toujours fixée à l'extrémité I et tenue à la main au point O.

1. Au milieu de la corde se trouve un point rouge R. En bougeant la main, la forme de la corde observée au bout de 2 s est représentée ci-dessous. Y a-t-il une façon de bouger la main qui permette à l'onde d'atteindre le point rouge au bout de 2 s ?

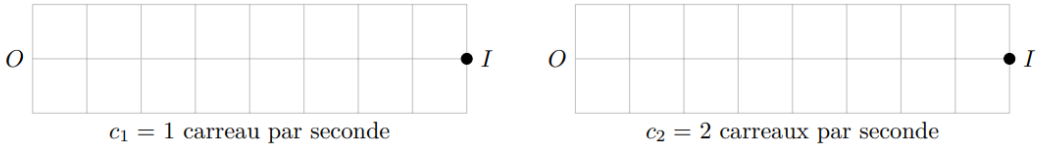


Pour la suite on choisit une échelle de 10 cm par carreau en ordonnée.

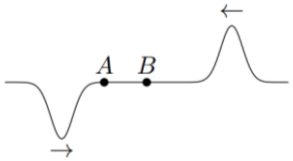
2. Pour le dessin, la célérité est choisie à 1 carreau par seconde. On lève la main en 1 s d'une hauteur de 10 cm et on la ramène à sa position initiale en 1 s. L'instant où commence le mouvement de la main est pris comme origine des temps. On représente, à droite, la forme de la corde à t = 6 s. Dessiner, à gauche, la forme de la corde à t = 1 s.



3. La célérité sur la première corde est de 1 carreau par seconde, celle sur la deuxième de 2 carreaux par seconde. On lève la main en 1 s d'une hauteur de 10 cm et on la ramène à sa position initiale en 1 s. L'instant où commence le mouvement de la main est pris comme origine des temps. Représenter la forme des deux cordes à t = 3 s.



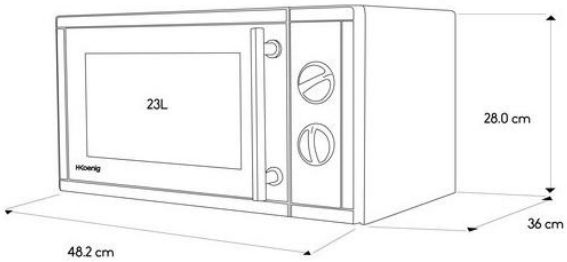
4. Considérons la corde représentée ci-contre sur laquelle deux ondes progressives se propagent en sens contraire. Tracer l'allure de la corde quand les centres des deux ondes se superposent.

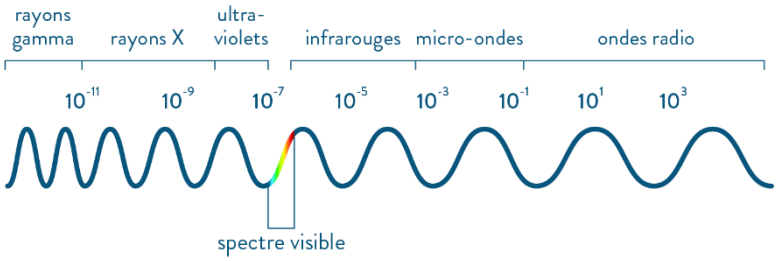


Exercice 2 : Le micro-onde

Le principe du four à micro-ondes est de faire chauffer les aliments grâce à des ondes d'une fréquence de 2,45 GHz, qui agitent les molécules d'eau 2,45 milliards de fois par seconde. La célérité de la lumière vaut 300.000 km/s.

1. Calculer la longueur d'onde des ondes utilisées dans le micro-onde.
2. Déterminer si les ondes micro-ondes correspondent à des ondes de longueurs d'onde micrométriques.
3. A quel domaine appartiennent-elles ?
4. Des ondes stationnaires peuvent elles exister dans le micro-onde ? Est-ce dérangeant ?





Exercice 3 : Instrument de musique

On considère un instrument de musique modélisé par une cavité de longueur ℓ, fermée à une extrémité et ouverte à l'autre. La vitesse du son dans l'air est c = 340 m.s^{-1}. On donne les fréquences des modes propres de l'instrument :

$$L = \frac{\lambda_n}{4} + n\frac{\lambda_n}{2}$$

1. Exprimer, en fonction d'un entier n, l'ensemble des fréquences propres f_n associées aux modes propres.
2. Quelle doit être la valeur de L pour que la plus faible fréquence d'une onde stationnaire dans cet instrument soit f_1 = 440 Hz ?
3. Quelle est la fréquence f_2 immédiatement supérieure pouvant être émise par cet instrument ?
4. Où doit-on placer un trou dans l'instrument afin de supprimer f_2 du spectre du son émis ?

Exercice 4 : Ecoute musicale

La qualité de l'écoute musicale que l'on obtient avec une chaîne hi-fi dépend de la manière dont les enceintes sont disposées par rapport à l'auditeur. En particulier, il faut absolument éviter la configuration où un mur se trouve à distance D trop courte derrière l'auditeur. Cet exercice a pour but de comprendre pourquoi.

Supposons l'onde issue de l'enceinte harmonique de fréquence f. Elle se réfléchit sur le mur sans aucun déphasage pour la surpression, grandeur à laquelle est sensible l'oreille de l'auditeur.

On note $c = 343$ m.s $^{-1}$ la vitesse du son dans l'air.

1. En vous aidant d'un schéma clair, exprimer le décalage temporel $\Delta\tau$ qui existe entre les deux ondes arrivant dans l'oreille de l'auditeur, celle provenant directement de l'enceinte et celle s'étant réfléchie sur le mur.
2. En déduire le déphasage $\Delta\varphi$ entre les deux ondes.
3. Expliquer pourquoi il existe un risque de diminution de l'amplitude perçue par l'auditeur pour certaines fréquences.
4. Exprimer ces fréquences en fonction d'un entier n. Quelle condition doit vérifier la distance D pour qu'aucune d'entre elles ne soit dans le domaine audible ? Commenter.
5. Expliquer qualitativement pourquoi on évite l'effet nuisible en éloignant l'auditeur du mur. Pourquoi recouvrir le mur d'un revêtement adéquat aura-t-il le même effet ?