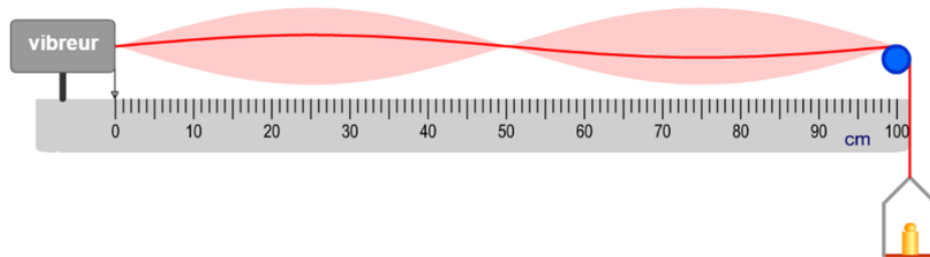

[S] TP n°1 – Corde de Melde

Le but de ce TP est de mettre en évidence les modes propres de vibration de la corde de Melde qui sont aussi les modes propres d'une corde fixée à ses deux extrémités.

I) Rappels théoriques

On considère l'expérience ci-dessous. À l'une de ses extrémités, une corde est tendue à l'aide d'une poulie et d'une masse. À l'autre un pot vibrant permet de créer une onde de fréquence égale à la fréquence de vibration.



On se place en régime sinusoïdal établi. Soit une OSH de pulsation ω (celle du générateur).

$$y(x, t) = Y_0 \cos(\omega t + \varphi) \cos(kx + \phi)$$

En considérant la corde fixe au niveau de la poulie et du pot vibrant (ce dernier oscille avec une très faible amplitude), on peut montrer que seules certaines fréquences peuvent exister dans la corde. Ces fréquences s'appellent les **modes propres** de la corde.

$$y_n(x, t) = Y_0 \cos(\omega_n t + \varphi) \sin(k_n x) \quad \text{avec : } k_n = \frac{n\pi}{L} \quad \Leftrightarrow \quad \lambda_n = \frac{2L}{n} \quad \Leftrightarrow \quad f_n = \frac{nc}{2L} \quad \text{avec : } n \in \mathbb{N}^*$$

Le schéma précédent illustre le mode $n = 2$. On observe 2 ventres et 3 nœuds de vibration.

II) Observation des modes propres au stroboscope

👉 La labo ne possède qu'un stroboscope. Dès que ce dernier est disponible, mettez en pause votre expérience pour faire cette partie.

Un stroboscope est un dispositif qui émet des flashes lumineux à intervalle de temps régulier. Le nombre indiqué sur l'appareil est en min^{-1} , qu'il faudra convertir en Hz.

🏠 Pour quelles valeurs de la période T_s du stroboscope obtient-on l'immobilité apparente de la corde ? deux images de la corde ? Justifier. En déduire un protocole de mesure de la fréquence f des oscillations d'une corde à l'aide d'un stroboscope.

👉 Un membre du binôme va voir le professeur pour lui demander une valeur de f . Cette valeur doit rester secrète du second membre du binôme.

⚙️ Un premier membre du binôme règle le générateur à la fréquence f , puis masque l'affichage lumineux. Mettre en place l'expérience de la corde de Melde. Modifier la longueur L de la corde et/ou la masse m afin d'observer un mode propre de vibration. Le second membre du binôme doit retrouver la valeur de f à l'aide du stroboscope.

III) Mesure de la célérité

1) Mesure « théorique »

La corde est tendue grâce à une masse m . La poulie permet de rediriger la droite d'action de la force (de verticale à horizontale) sans en changer l'intensité. Ainsi, la corde est tendue avec une tension $T = mg$.

La corde possède une masse linéique notée μ , égale à la masse de la corde divisée par sa longueur.

Il est possible de montrer que la célérité de l'onde dans le câble est : $c = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$

⚙️ Déterminer μ à l'aide d'un mètre et d'une balance.

Dans la suite, chaque fois que l'énoncé demande de comparer c à la valeur théorique, il faudra comparer la valeur de c trouvée expérimentalement à la valeur obtenue par le calcul suivant : $c = \sqrt{\frac{mg}{\mu}}$.

2) Influence de la fréquence

⚙️ Prendre $m = 100$ g et $L = 1$ m. Ces grandeurs sont purement indicatives et il n'est pas obligatoire de les respecter.

⚙️ En partant d'une fréquence nulle, augmenter progressivement f pour observer les différents modes propres. Pour chaque mode propre n , noter la valeur de la fréquence f_n

⚙️ À l'aide de régression linéaire, déterminer la célérité c et comparer à la valeur théorique.

3) Influence de la longueur

⚙️ Prendre $f = 120$ Hz et $m = 100$ g. Ces grandeurs sont purement indicatives et il n'est pas obligatoire de les respecter.

⚙️ En partant d'une longueur nulle, augmenter progressivement L pour observer les différents modes propres. Pour chaque mode propre n , noter la valeur de la longueur L correspondante.

⚙️ À l'aide de régression linéaire, déterminer la célérité c et comparer à la valeur théorique.

4) Influence de la masse

⚙️ Prendre $f = 30$ Hz et $L = 1$ m. Ces grandeurs sont purement indicatives et il n'est pas obligatoire de les respecter.

⚙️ En modifiant la valeur de la masse m , observer les différents modes propres. Pour chaque mode propre n , noter la masse m correspondante.

⚙️ Déterminer, à l'aide d'une régression linéaire, la valeur de la masse linéique μ et comparer à la valeur théorique.