

Objectifs :

- Observer et caractériser les modes propres de vibration d'une corde
- En déduire la vitesse de propagation c des ébranlements transverses
- Établir la loi de variation de c en fonction de la tension et de la masse linéique de la corde.

Matériel :

- cordes de masses différentes masses linéiques μ :
 - fil à pêche $\mu = 2,4 \cdot 10^{-1} \text{ g} \cdot \text{m}^{-1}$
 - fil blanc fin $\mu = 4,0 \cdot 10^{-1} \text{ g} \cdot \text{m}^{-1}$
 - fil vert $\mu = 9,4 \cdot 10^{-1} \text{ g} \cdot \text{m}^{-1}$
 - fil blanc bobiné $\mu = 2,45 \text{ g} \cdot \text{m}^{-1}$

(les valeurs peuvent avoir changé, vérifier dans la salle)

- assortiments de masses marquées
- poulie et supports verticaux
- vibreur de fréquence et amplitude ajustables
- triple décimètre

On produira, pour chaque manipulation décrite, un schéma du montage et l'allure du mode de vibration produit.

Les supports verticaux seront fixés au plan de travail à l'aide de serre-joints.

On veillera à optimiser l'amplitude de l'excitation du vibreur pour chaque manipulation.

On pourra utiliser ponctuellement l'unique stroboscope de la salle pour observer la structure instantanée de la déformation de la corde.

I Vitesse de l'onde**Manipulations :**

1. Mettre en place le matériel pour observer des modes propres de vibrations transverses sur une corde horizontale tendue. On choisira l'une des cordes à disposition.
2. Mesurer les fréquences propres correspondant à différents (le plus possible) de modes propres. Relever également le nombre de nœuds de chacun de ces modes.
3. Mesurer la longueur de la corde.
4. Observer le mouvement des masses marquées au des oscillations.

Exploitation :

Déduire de ces mesures la vitesse de propagation des ondes le long de la corde et estimer l'imprécision sur sa détermination.

Questions :

1. Quelles est en première approximation la tension de la corde ?
2. Est-elle rigoureusement constante ? Comment pourrait-on estimer l'ordre de grandeur de ses variations ?

II Variations de la vitesse des ondes**Questions :**

1. Quelles sont les dimensions de la tension T d'une corde, de sa masse linéique μ ?
2. En déduire, par analyse dimensionnelle, les puissances α et β permettant d'écrire la vitesse c des ondes selon :

$$c = K T^\alpha \mu^\beta, \quad \text{où } K \text{ est une constante positive sans dimension.}$$

On réalisera au choix, et suivant le temps disponible l'une ou l'autre ou les deux études suivantes pour vérifier les puissances α et β et déterminer la valeur de K .

II.1 Variation avec la tension**Manipulations :**

Mesurer comme précédemment la vitesse v sur une même corde, pour différentes valeurs de sa tension.

Exploitation :

Tracer la courbe représentant c en fonction d'une puissance de T de manière à obtenir une droite. Vérifier ainsi la valeur de α et celle de K .

II.2 Variation avec la masse linéique**Manipulations :**

Mesurer comme précédemment la vitesse v sur différentes cordes, en s'assurant qu'elles aient toutes la même tension.

Exploitation :

Tracer la courbe représentant c en fonction d'une puissance de μ de manière à obtenir une droite. Vérifier ainsi la valeur de β et celle de K .

III Modes de l'association de deux cordes ☺

On noue deux cordes de longueurs proches et on souhaite observer un mode propre correspondant à des nombres de fuseaux différents sur chacune des deux moitiés de corde (1 et 2 ou 2 et 3 par exemple).

Manipulations :

Choisir la longueur, la tension et les cordes permettant de produire un tel phénomène. Observer le mode recherché.