

Il est souhaitable d'évoquer le facteur de qualité.

Le meilleur oscillateur mécanique sinusoïdal est probablement le pendule de torsion. Un freinage par courants de Foucault correspond bien à un frottement visqueux. En plus, le couplage élastique de deux pendules de torsion est assez facile.

Le pendule pesant n'est qu'approximativement sinusoïdal. Et les oscillateurs de translation (pendules élastiques constitués de masselottes rappelées par des ressorts) présentent de nombreux défauts : spires plus ou moins jointives, travail seulement possible en extension à cause d'une absence de guidage efficace, oscillations transversales, ... Enfin, en ce qui concerne le freinage, l'action d'un liquide sur un solide est en général assez éloignée de la force modélisée par la loi de Stokes (inertie du liquide entraîné, action des parois du récipient sur celui-ci, ...).

Le couplage des oscillateurs ne fait partie du sujet qu'à titre d'ouverture à un nouveau concept.

Introduction

Définition

I Expérience introductive : résonance d'un diapason

Faire vibrer un diapason et montrer à l'oscillo que sa fréquence vaut 440 Hz.

Approcher successivement différents diapasons et montrer que le premier diapason ne vibre que pour un seul diapason excitateur.

II Oscillations à un degré de liberté : système électrique RLC série

Ajouter un montage suiveur

1) Résonance en amplitude: étude de la tension U_c

Avec la wobulation montrer l'influence de Q sur le fait qu'on ait ou non un maximum pour une fréquence donnée et que cette fréquence maximale se déplace vers les fréquences basses

2) Résonance en intensité : étude de la tension U_r

Chercher la fréquence de résonance

Déterminer à chaque fois le facteur de qualité par $Q = F / \Delta F$

III Résonance avec ondes stationnaires

1) Corde de Melde

Lorsque les phénomènes de propagation entrent en jeu, c'est-à-dire lorsque les dimensions du système sont telles que le temps de propagation de l'excitation est comparable à (ou plus grand que) la période, il s'établit un système d'ondes stationnaires et, pour certaines fréquences, il y a un phénomène de résonance.

Pour une fréquence quelconque, l'onde incidente interfère avec l'onde réfléchiée par l'extrémité et un nœud de déplacement se produit à cette extrémité. Un autre nœud se produit $\lambda/2$ avant, etc... , et entre chaque nœud, il y a un ventre de déplacement d'amplitude faible. Il apparaît alors des fuseaux peu marqués. L'onde réfléchiée se réfléchit à nouveau au niveau de la source mais, la longueur de la corde étant quelconque, elle n'est pas en phase avec l'onde incidente. Pour certaines fréquences N , par contre, cette onde réfléchiée deux fois est en phase avec l'onde incidente et le phénomène d'onde stationnaire est amplifié par ces interférences à ondes multiples. Cela se produit lorsque la longueur de la corde est égale à un nombre entier de fuseaux, soit $L = k\lambda/2$. Les fuseaux deviennent alors beaucoup plus marqués.

La longueur d'onde est égale à $\lambda = c/N$ où c est la célérité de l'onde ($c = \text{racine}(T/\mu)$)

dans une corde de masse linéique μ soumise à une tension T , d'où les fréquences de résonance :

$$N = \frac{k}{2L} \sqrt{\frac{mg}{\mu}}$$

On a donc un résonateur à fréquences multiples.

Plusieurs types de mesures sont possibles suivant ce que l'on fait varier. On propose ici de faire varier la longueur et de mesurer la fréquence de résonance correspondant à l'apparition de un ou deux fuseaux. Effectuez ces mesures pour les longueurs suivantes :

L (m)	1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
N1 (Hz)						
N2 (Hz)						

On peut ne faire qu'une série de mesure (avec un ou deux fuseaux).

Déduire des mesures précédentes la masse linéique de la corde de Nylon (l'exploitation peut se faire sous Excel - cf. fichier "corde de Melde"). Vous trouverez dans la boîte du vibreur un échantillon de la corde qui a été mesuré et pesé. Calculez la masse linéique à partir de ces données et comparer au résultat précédent.

2) Tube de Kundt

On excite une tige métallique fixée en son milieu à l'aide d'un chiffon imbibé d'alcool. La colonne d'air dans le tube entre en vibration. Les réflexions multiples aux extrémités du tube créent un système d'ondes stationnaires que l'on renforce en adaptant la longueur du tube. Ajustez le piston P pour obtenir la résonance. La poudre de liège dans le tube s'accumule là où il y a un nœud de pression (maximum de déplacement). L'espacement des tas permet d'en déduire la longueur d'onde dans l'air. Dans le cas d'un système d'ondes stationnaires, on a en effet $d = \lambda/2$. Mesurez la fréquence du son émis à l'aide d'un micro sensible (457 B à Rennes) et d'un fréquencemètre (Métrix MX 54) ou d'un oscilloscope. Connaissant maintenant λ et f , en déduire la vitesse du son dans l'air par la relation $c = \lambda.f$.

IV Cas des systèmes couplés : Couplage par capacité de deux circuits oscillants

1) Réalisation du circuit et accord des deux circuits

2) Etude en régime forcé

Conclusion