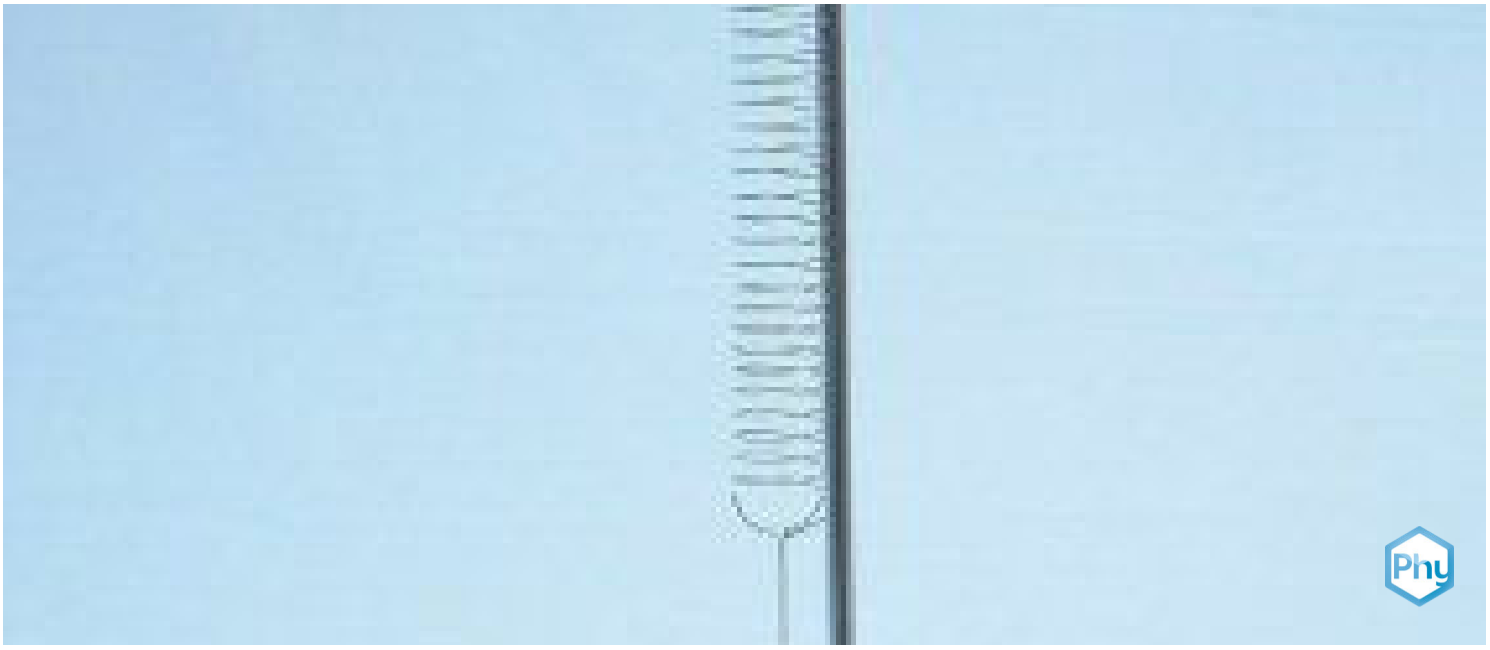
Oscillations stimulées et résonance



Physique | Mécanique | Vibrations et vagues

Niveau de difficulté	Taille du groupe	Temps de préparation	Délai d'exécution
moyen	2	10 procès-verbal	10 procès-verbal

This content can also be found online at:

http://localhost:1337/c/5f9b021ecefcd90003a6dd41

PHYWE
Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de

PHYWE

Informations pour les enseignants

Application

Montage de l'expérience pour la détermination de la fréquence propre du pendule à ressort

Si un système oscillant est laissé à lui-même après une stimulation, il oscille alors dans l'un de ses modes propres. Les modes ou oscillations propres sont des oscillations illustrant la fréquence propre ω du système.

Si le système est dépourcu d'autres stimulations externes ou d'amortissement, le système (idéalisé) oscille indéfiniment, constamment avec sa fréquence propre.

À l'aide de l'équation suivante, il est possible de calculer à tout moment t la déviation de l'oscillation $x(t)$.

$$x(t) = x_0 \cdot cos(\omega\, t + \varphi_0)$$

x_0 représente la déviation initiale, ω la fréquence angulaire propre et $\varphi_0 =$ le déphasage au début de l'oscillation.

PHYWE

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Application

PHYWE

Montage de l'expérience pour la détermination de la fréquence propre du pendule à ressort

Si un système oscillant est laissé à lui-même après une stimulation, il oscille alors dans l'un de ses modes propres. Les modes ou oscillations propres sont des oscillations illustrant la fréquence propre ω du système.

Si le système est dépourcu d'autres stimulations externes ou d'amortissement, le système (idéalisé) oscille indéfiniment, constamment avec sa fréquence propre.

À l'aide de l'équation suivante, il est possible de calculer à tout moment t la déviation de l'oscillation $x(t)$.

$$x(t) = x_0 \cdot cos(\omega\, t + \varphi_0)$$

x_0 représente la déviation initiale, ω la fréquence angulaire propre et $\varphi_0 =$ le déphasage au début de l'oscillation.

Autres informations pour les enseignants (1/2)

PHYWE

Connaissances préalables

Les étudiants devraient avoir déjà mené quelques expériences sur le thème de l'oscillation harmonique afin d'avoir déjà développé une solide connaissance de l'oscillation libre, non amortie et aussi de l'amortissement.

Principe

Si l'on considère l'équation de mouvement du pendule à ressort (constante de ressort k) en négligeant l'amortissement, on obtient:

$$\ddot{x} + \frac{k}{m} \cdot x = 0$$

$$\Rightarrow \frac{c}{m} = \omega^2 \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{c}{m}}$$

PHYWE

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Autres informations pour les enseignants (2/2)

PHYWE

Objectif

Les étudiants doivent découvrir que chaque système d'oscillation dispose d'une fréquence propre ω qui détermine de manière décisive le déroulement temporel de l'oscillation.

Exercices

Les élèves doivent rechercher la fréquence propre d'un pendule à ressort et, à cette fin, ils doivent suivre les consignes suivantes:

1. Stimuler manuellement un pendule à ressort puis observer ce qu'il se passe.
2. Déterminer expérimentalement la fréquence propre du pendule à ressort.

Consignes de sécurité

PHYWE

Les instructions générales de sécurité nécessaires pour une expérience sans danger dans les cours de sciences s'appliquent à cette expérience.

PHYWE

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

PHYWE

Informations pour les étudiants

Motivation

PHYWE

Grip barré sur la guitare électrique

Les instruments à cordes se caractérisent par leurs différentes cordes émettant des sons différents. Cela est principalement dû à la nature de la corde respective (épaisseur, matériau, etc.) et à la tension avec laquelle elle est attachée à l'instrument. De plus, on peut faire varier le ton en raccourcissant délibérément la longueur de la corde. La hauteur du son est alors déterminée par les fréquences dites propres ω, résultant des paramètres des cordes.

Dans cette expérience, tu considèreras la fréquence propre du classique pendule à ressort comme un simple exemple de système oscillant.

PHYWE

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Matériel

Position	Matériel	No. d'article	Quantité
1	Pied statif variable	02001-00	1
2	Tige-support acier inoxydable 18/8, 600 mm, Ø 10 mm	02037-00	1
3	Noix double	02043-00	1
4	Cheville de support	03949-00	1
5	Ressort hélicoïdal, 3 N/m	02220-00	1
6	Jeu de poids de précision 1 g à 50 g	44017-01	1
7	Chronomètre numérique, 24 h / 0,01 s / 1 s	24025-00	1

PHYWE
Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de

Matériel

PHYWE

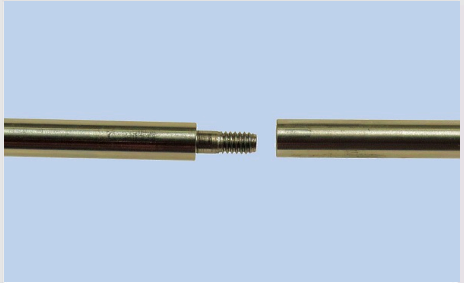
Position	Matériel	No. d'article	Quantité
1	Pied statif variable	02001-00	1
2	Tige-support acier inoxydable 18/8, 600 mm, Ø 10 mm	02037-00	1
3	Noix double	02043-00	1
4	Cheville de support	03949-00	1
5	Ressort hélicoïdal, 3 N/m	02220-00	1
6	Jeu de poids de précision 1 g à 50 g	44017-01	1
7	Chronomètre numérique, 24 h / 0,01 s / 1 s	24025-00	1

Montage (1/2)

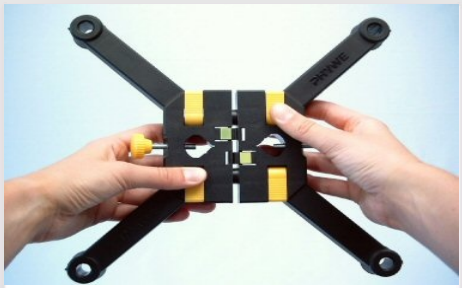
PHYWE

Tout d'abord, assemble la tige de support et connecte les bases du trépied.

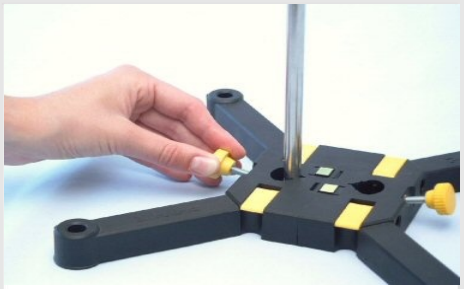
Insère la tige de support dans le trépied et fixe-la à l'aide de la vis.



Vissage de la tige de support



Assembler la base du trépied



Fixation de la tige de support

PHYWE

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Montage (2/2)

PHYWE

Boulon de retenue avec ressort dans une double douille

- Fixe la double douille à la longue tige de support.
- Fixe le boulon de retenue dans la double douille puis accroche le ressort hélicoïdal $(3\,N/m)$ dans l'alésage du boulon de retenue.
- Fixe le morceau de masse de 50 g au ressort hélicoïdal.

Fixer un morceau de masse de 50g

Mise en œuvre (1/3)

PHYWE

Déviation du pendule à ressort

- Dirige le pendule à ressort vers le bas et laisse-le osciller dans son oscillation naturelle sans être influencé.
- Démarre le chronomètre au point d'inversion inférieur et mesure le temps pour 10 oscillations.
- Répète les mesures deux fois et reporte les valeurs mesurées dans le tableau 1 du protocole.

PHYWE

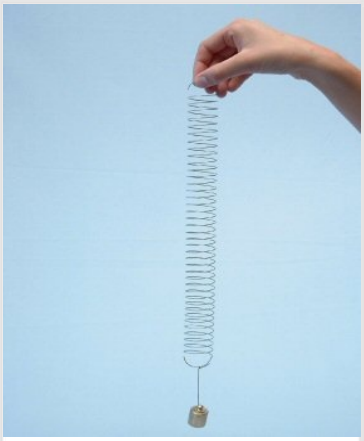
Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Mise en œuvre (2/3)

PHYWE



Stimulation manuelle du pendule à ressort

- Tiens l'extrémité supérieure du ressort hélicoïdal dans ta main.
- Déplace ta main très lentement de haut en bas avec le pendule à ressort (faible fréquence de stimulation). Observe le mouvement du pendule à ressort et note tes observations sur le protocole.
- Déplace ta main plus rapidement qu'auparavant (fréquence de stimulation moyenne, semblable à la fréquence propre) et observe à nouveau le pendule.
- Déplace ta main encore plus rapidement (forte fréquence de stimulation, supérieure à la fréquence propre) et observe à nouveau le pendule.

Mise en œuvre (3/3)

PHYWE

Démontage de la base du trépied

- Pour démonter la base du trépied, appuie sur les boutons du milieu puis sépare les deux moitiés.

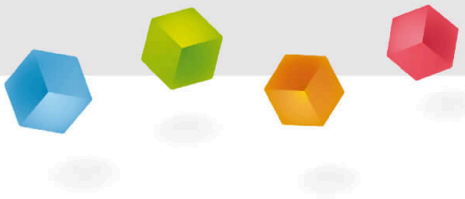
PHYWE

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

PHYWE



Protocole

Tableau 1

PHYWE

Retranscris tes valeurs mesurées t_{10} pour les trois mesures dépassant les 10 vibrations dans le tableau.

Ensuite, calcule la valeur moyenne pour les trois mesures $\langle t \rangle$ pour en déduire la durée d'une période T pour une oscillation.

Enfin, calcule la fréquence de l'oscillation propre f_0 à partir de la réciproque de la durée de la période :

$$f_0 = \frac{1}{T} = T^{-1} \quad \left[Hz \triangleq \frac{1}{s} \right]$$

N° de mesure	$t_{10}\,[s]$
1	
2	
3	

$\langle t \rangle\,[s]$	$T\,[s]$	$f_0\,[Hz]$

PHYWE

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Tâche 1

PHYWE

Quelles affirmations sont correctes en ce qui concerne tes observations à faible fréquence de stimulation ($f_e < f_0$)?

- [ ] Le morceau de masse se déplace.
- [ ] La masse oscille avec la fréquence de la stimulation f_e.
- [ ] L'amplitude de l'oscillation reste constante.
- [ ] La masse oscille avec la fréquence propre f_0.
- [ ] L'amplitude de l'oscillation augmente.

Voir

Tâche 2

PHYWE

Quelles affirmations sont correctes concernant tes observations avec une fréquence de stimulation moyenne ($f_e \approx f_0$)?

- [ ] La masse oscille avec la fréquence de la stimulation f_e.
- [ ] L'amplitude de l'oscillation augmente (cas de résonance).
- [ ] La masse oscille avec la fréquence propre f_0.
- [ ] L'amplitude de l'oscillation reste constante.
- [ ] Le morceau de masse se déplace.

Voir

PHYWE

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Tâche 3

PHYWE

Quelles affirmations sont correctes concernant tes observations avec une fréquence de stimulation élevée ($f_e > f_0$)?

- [ ] L'amplitude de l'oscillation reste constante.
- [ ] La masse oscille avec la fréquence de la stimulation f_e.
- [ ] L'amplitude de l'oscillation augmente.
- [ ] La masse oscille avec la fréquence propre f_0.
- [ ] Le morceau de masse bouge peu.

Voir

Tâche 3

PHYWE

Quelles affirmations sont correctes concernant tes observations avec une fréquence de stimulation élevée ($f_e > f_0$)?

- [ ] L'amplitude de l'oscillation reste constante.
- [ ] La masse oscille avec la fréquence de la stimulation f_e.
- [ ] L'amplitude de l'oscillation augmente.
- [ ] La masse oscille avec la fréquence propre f_0.
- [ ] Le morceau de masse bouge peu.

Voir

PHYWE

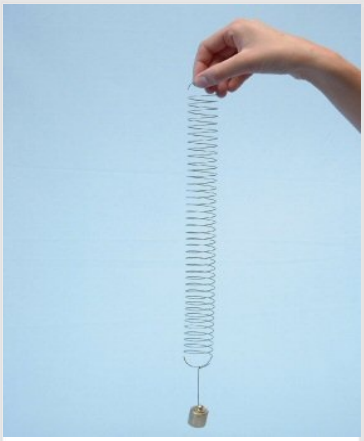
Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Tâche 4

PHYWE



Stimulation manuelle du pendule à ressort

Comment l'amplitude ou la fréquence du pendule à ressort se comporte-t-elle avec la

1. Fréquence de stimulation faible :
2. Fréquence de stimulation moyenne :
3. Fréquence de stimulation élevée :

Le pendule est presque au repos.

Le pendule suit la stimulation (amplitude et fréquence).

Le pendule oscille à l'amplitude maximale.

Voir

PHYWE

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de