

# Vibration et résonance forcées avec le Cobra DigiCart



Physique

Mécanique

Dynamique et mouvement



Niveau de difficulté

moyen



Taille du groupe

2



Temps de préparation

20 procès-verbal



Délai d'exécution

10 procès-verbal

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/60d9ca46777e710004c28d73>

**PHYWE**

## Informations pour les enseignants

### Application

**PHYWE**

Oscillation forcée - Wikipédia

#### Oscillation et résonance forcées

Les oscillations forcées se retrouvent de nombreuses façons dans la nature et la technologie. Par exemple, nous devons notre capacité à entendre à la vibration forcée du tympan stimulée par les ondes sonores.

Dans cette expérience, les élèves découvrent le comportement des oscillations forcées. La dépendance de la fréquence de résonance par rapport à la masse est étudiée.

## Informations pour les enseignants (1/2)



### Connaissances préalables



Cette expérience nécessite une compréhension préalable des oscillations harmoniques.

### Objectif



Dans cette expérience, les élèves découvrent le comportement des oscillations forcées. La dépendance de la fréquence de résonance par rapport à la masse est étudiée.

### Exercice



- 1) Étudier qualitativement le comportement en amplitude en fonction de la fréquence d'excitation.
- 2) Étudier quantitativement la dépendance de la fréquence de résonance par rapport à la masse.

## Informations pour les enseignants (2/2)



### Principe



Les oscillations sont des fluctuations temporelles répétées des variables d'état. Elles sont principalement caractérisées par leurs amplitudes  $A$  (déviation maximale à partir d'une position de repos définie) et leurs fréquences  $f$  (nombre d'oscillations par seconde).

La fréquence est liée à la période  $T$  de l'oscillation via la relation suivante :  $f = 1/T$

Dans une oscillation forcée, une fréquence externe est imposée au système. Exemple : Système mécanique masse-ressort. Comme pour l'oscillateur harmonique sans force extérieure, on peut établir et résoudre l'équation différentielle de ce phénomène. Il s'ensuit mathématiquement pour la fréquence naturelle  $f_R$  que :  $f_R^2 \sim \frac{1}{m}$

Le facteur de proportionnalité est la constante de ressort  $D$ .

## Notes sur le montage et la mise en œuvre

PHYWE

### Notes



Un système mécanique masse-ressort sert d'exemple. Si l'on établit l'équation différentielle de ce phénomène et qu'on la résout, on obtient des oscillations. Dans le cas le plus général, ces dernières sont amorties.

L'amplitude de l'oscillation dépend de la fréquence externe imposée. Pour une certaine valeur de la fréquence naturelle du système, l'amplitude devient maximale. Ce cas est appelé résonance.

Il est important de commencer avec quatre poids supplémentaires sur le DigiCart, car l'oscillation sera trop instable si le poids est trop faible.

## 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**

# Informations pour les étudiants

## Motivation

**PHYWE**

Oscillation forcée - Wikipédia

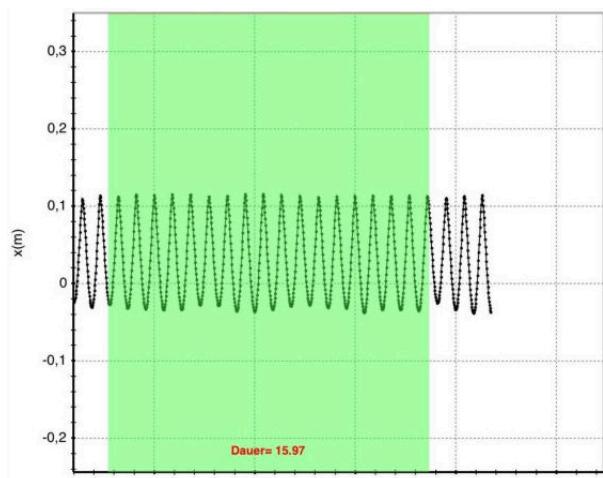
### Oscillation et résonance forcées

Les oscillations forcées se retrouvent de nombreuses façons dans la nature et la technologie. Par exemple, nous devons notre capacité à entendre à la vibration forcée du tympan stimulée par les ondes sonores.

Dans cette expérience, tu pourras apprendre quelque chose sur le comportement des oscillations forcées. La dépendance de la fréquence de résonance par rapport à la masse est étudiée.

## Exercice

PHYWE



Exemple de mesure

1. Étudie qualitativement le comportement de l'amplitude en fonction de la fréquence d'excitation.

2. Étudie quantitativement la dépendance de la fréquence de résonance par rapport à la masse.

## Matériel

Position	Matériel	No. d'article	Quantité
1	Cobra DigiCart Ensemble d'experts	12940-88	1
2	Cobra DigiCartAPP	14582-61	1

## Montage (1/3)

PHYWE



Montage d'expérience

- Fixe le moteur vibrant sur le côté de l'extrémité réglable en hauteur du rail de manière à ce que l'axe du moteur soit orienté vers le bas, en direction du rail.
- Amène une extrémité du rail au point le plus haut à l'aide du support réglable en hauteur, de sorte à ce que le rail soit incliné au maximum.
- Monte les quatre poids supplémentaires de 50 grammes sur le DigiCart à l'aide des vis en plastique.

## Montage (2/3)

PHYWE



Aperçu du montage d'expérience

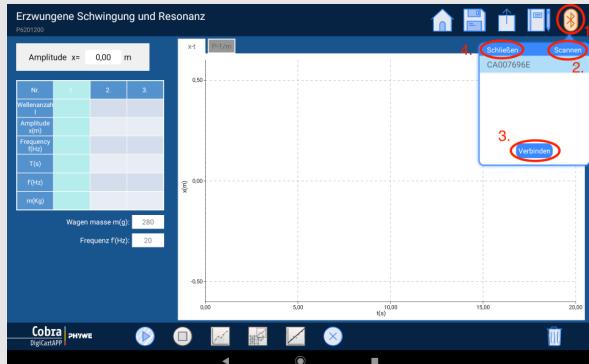
- Utilise la balance pour déterminer le poids du DigiCart.
- Place le DigiCart sur la piste inclinée et relie-le au moteur vibrant à l'aide de l'un des cinq ressorts.

**Remarque :** Le ressort est fixé au DigiCart dans l'œillet situé au-dessus du capteur de force.

- Lance l'application DigiCart.

## Montage (3/3)

PHYWE

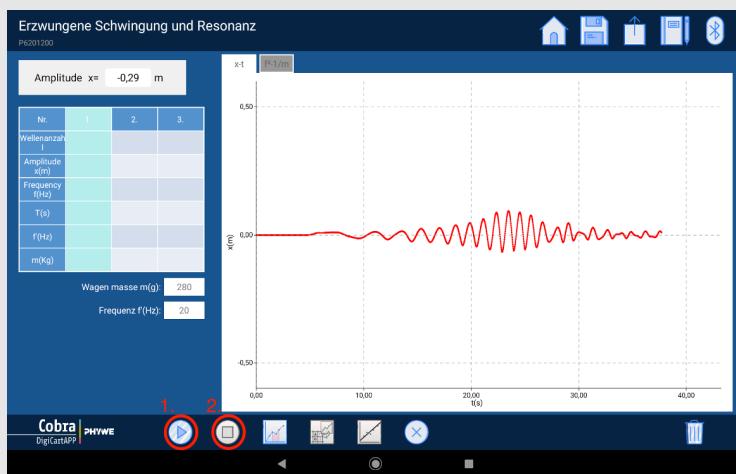


Connexion au DigiCart

- Sélectionne l'essai 12 dans la vue d'ensemble. La fenêtre de mesure s'ouvre.
- Connecte le DigiCart à l'application.
- Tout d'abord, appuie sur le bouton ON de la DigiCart pendant au moins 3 secondes. Ouvre ensuite la fenêtre de connexion dans l'application via le symbole Bluetooth (1.). Le DigiCart devrait désormais y être affiché. Si ce n'est pas le cas, tu peux mettre à jour la liste en cliquant sur Scan (2.).
- Appuie maintenant une fois sur le DigiCart de la liste pour établir la connexion via le bouton Connecter (3.). La fenêtre peut maintenant être masquée à nouveau à l'aide du bouton Fermer (4.).

## Mise en œuvre - 1ère partie (1/2)

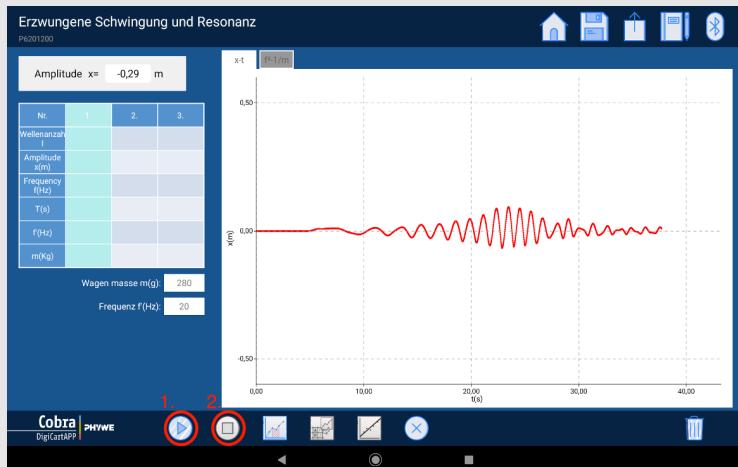
PHYWE



Procédure pour la mesure - Partie 1

- La figure montre les étapes du processus de mesure.
- Commence par un clic sur "démarrer la mesure" (1.) pour lancer la mesure.
- Mets le moteur vibrant en marche (interrupteur ON/OFF) puis augmente lentement mais sûrement la fréquence du moteur en tournant le bouton rotatif.

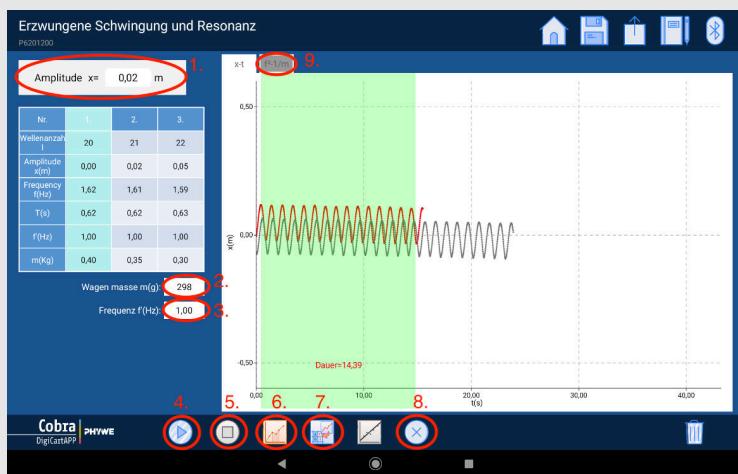
## Mise en œuvre - Partie 1 (2/2)



Procédure pour la mesure - Partie 1

- Observe l'oscillation enregistrée.
- L'amplitude de l'oscillation augmente lentement jusqu'à une valeur maximale, puis diminue à nouveau.
- Arrête la mesure en cliquant sur "arrêter la mesure" (2.) dès que l'amplitude est tombée en dessous d'une valeur visible.
- Tu dois obtenir une courbe comme celle de la figure 3.

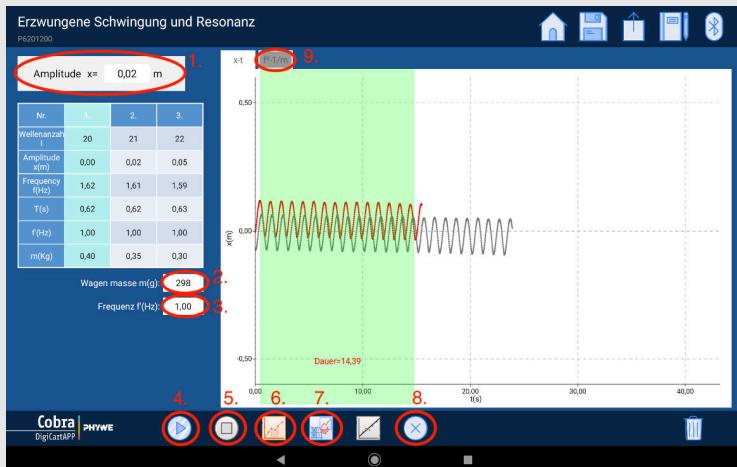
## Mise en œuvre - Partie 2 (1/5)



Procédure pour la mesure - Partie 2

- La figure montre les étapes du processus de mesure.
- L'affichage de l'amplitude (1.) indique l'amplitude actuelle de l'oscillation.
- Saisis dans le champ "masse du chariot" (2.) la masse mesurée du DigiCart.
- Entre la valeur 1 dans le champ "fréquence" (3.).
- Commence la mesure via "commencer la mesure" (4.).

## Mise en œuvre - Partie 2 (2/5)



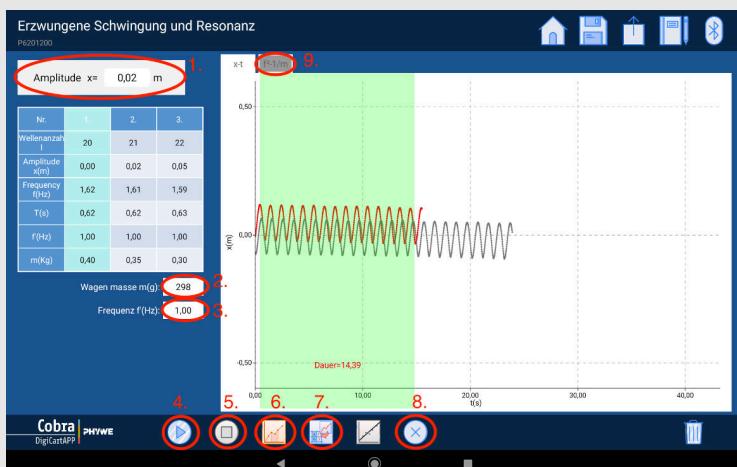
Procédure pour la mesure - Partie 2

- Mets en marche le moteur vibrant (interrupteur ON/OFF) puis module la fréquence avec le bouton rotatif jusqu'à atteindre la fréquence de résonance (amplitude maximale du DigiCart).

**Remarque :** Prends ton temps pour la dernière étape. Il est important que tu trouves la fréquence de résonance.

- Termine la mesure en cliquant sur "terminer la mesure" (5.).

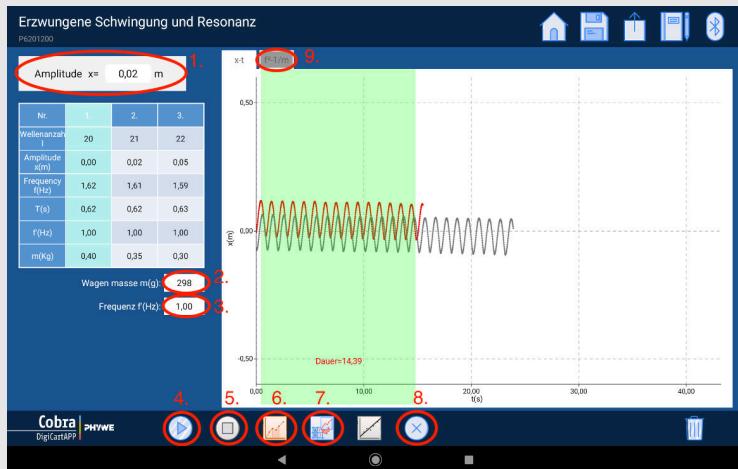
## Mise en œuvre - Partie 2 (3/5)



Procédure pour la mesure - Partie 2

- Commence une nouvelle mesure en cliquant sur "commencer la mesure" (4.) à la fréquence de résonance fixée puis enregistre au moins 10 périodes d'oscillation.
- Termine la mesure en cliquant sur "terminer la mesure" (5.).
- Sélectionne un intervalle comprenant au moins 10 périodes d'oscillation dans le diagramme de vibration en cliquant sur "sélectionner un intervalle" (6.). La sélection se fait en glissant l'intervalle avec le doigt. Clique enfin sur le bouton "enregistrer" (7.).

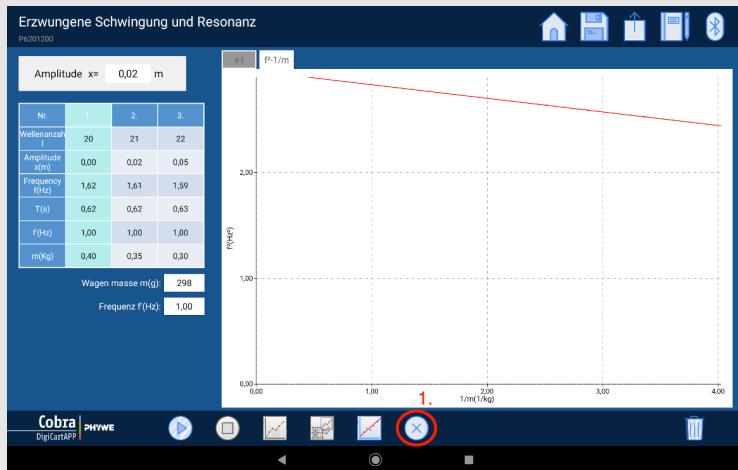
## Mise en œuvre - Partie 2 (4/5)



Procédure pour la mesure - Partie 2

- Retire un poids supplémentaire de 50 grammes du DigiCart et recommence les 8 dernières étapes. Retire un autre poids supplémentaire de 50 grammes du DigiCart et répète à nouveau les 8 étapes.
- Pour supprimer une colonne du tableau, clique dessus puis sur le bouton "supprimer" (8.). Une nouvelle mesure permet de remplir la colonne avec de nouvelles valeurs.
- Clique sur l'onglet " $f^2 - 1/m$ " au-dessus du diagramme (9.) après que trois mesures aient été enregistrées.

## Mise en œuvre - Partie 2 (5/5)



Procédure d'évaluation

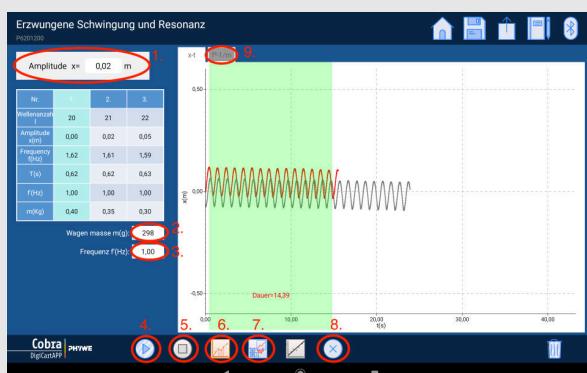
- La figure montre les étapes de l'évaluation. Dans le diagramme, le carré de la fréquence de résonance mesurée est opposé à l'inverse de la masse.
- Pour chaque mesure, ces valeurs ont déjà été calculées et sont indiquées dans le diagramme.
- Clique sur le bouton "dessiner une ligne droite" (1.) pour tracer une ligne droite passant par ces points.

**Remarque :** Réitère la mesure 2 et l'évaluation également pour les ressorts d'autres épaisseurs.



# Rapport

## Exercice 1



Procédure pour la mesure - Partie 1

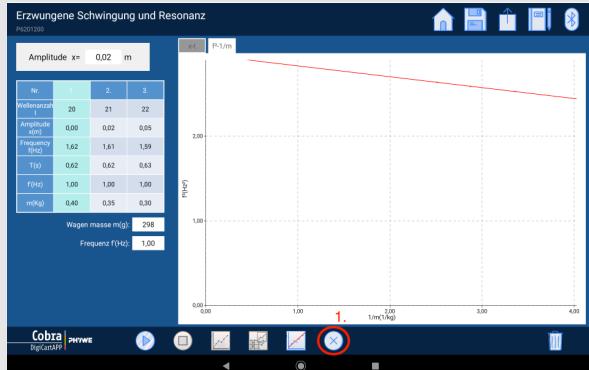
Fais glisser les mots à leur place !

Tu peux voir la courbe d'amplitude de la oscillation en fonction du temps. Comme tu peux le constater, l'amplitude augmente d'abord jusqu'à la valeur maximale et diminue ensuite. La valeur maximale se produit exactement à la fréquence de résonance à laquelle le système oscille le plus fortement.

fréquence d'excitation augmente  
fréquence de résonance diminue

Vérifiez

## Exercice 2



Procédure d'évaluation  
Parties 1 et 2

Fais glisser les mots corrects à leur place !

Les points du schéma de la figure se trouvent presque sur la ligne droite tracée. Cela confirme la relation mathématique selon laquelle le de la fréquence de résonance est à l' de la masse.

inverse   carré   proportionnel   parfaitement

Vérifiez

## Exercice 3



Dans le cas de la résonance, l'énergie est fournie au système exactement au bon moment,

de sorte à ce que l'amplitude de l'oscillation devienne de plus en plus faible.

de sorte à ce que l'amplitude de l'oscillation augmente de plus en plus.

de sorte à ce que l'amplitude de l'oscillation reste constante.

Diapositive	Score / Total
Diapositive 22: Fréquence de résonance	<b>0/4</b>
Diapositive 23: Masse et fréquence de résonance	<b>0/4</b>
Diapositive 24: Vibration et résonance	<b>0/3</b>

Total

 0/11 Solutions Répéter

15/15