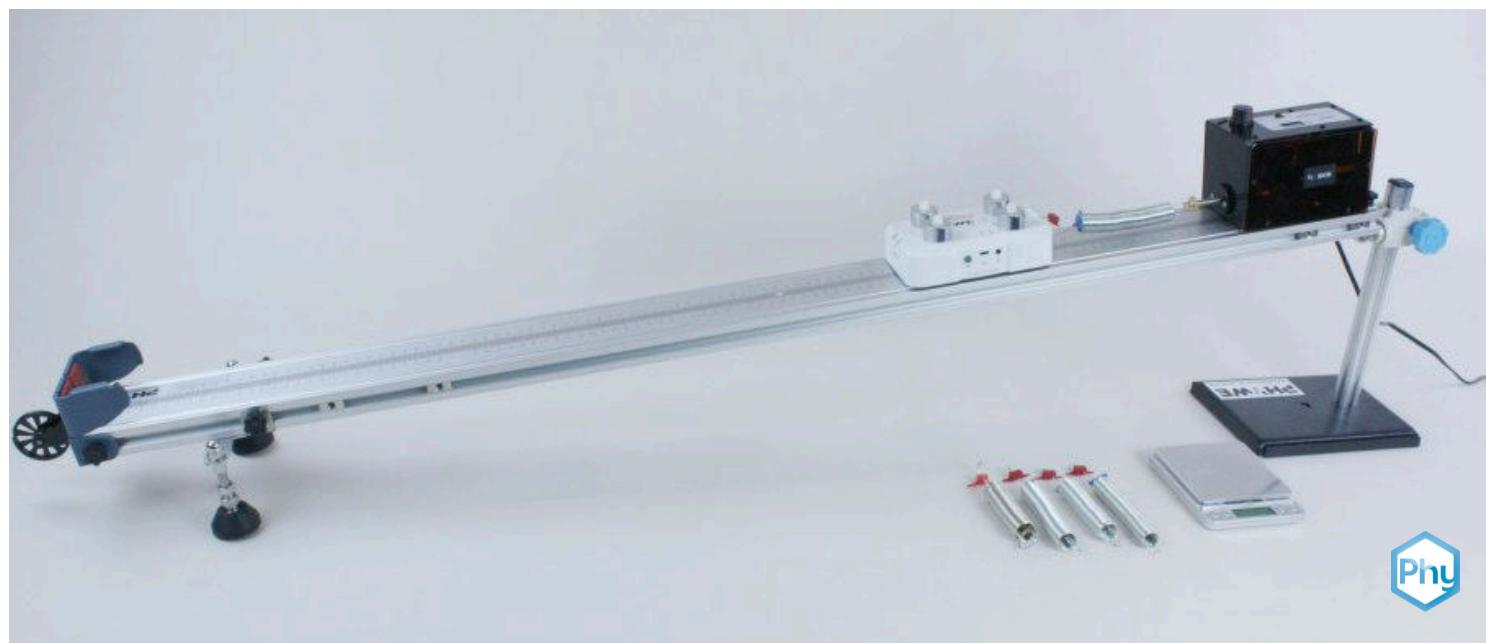


Erzwungene Schwingung und Resonanz mit Cobra DigiCart



Physik

Mechanik

Dynamik & Bewegung

 Schwierigkeitsgrad
mittel

 Gruppengröße
2

 Vorbereitungszeit
20 Minuten

 Durchführungszeit
10 Minuten

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/5f4145ca65140d000365ebff>

PHYWE

Lehrerinformationen

Anwendung

PHYWE

Erzwungene Schwingung – Wikipedia

Erzwungene Schwingung und Resonanz

Erzwungene Schwingungen finden sich zahlreich in Natur und Technik. So verdanken wir beispielsweise der durch Schallwellen angeregten erzwungenen Schwingung des Trommelfells, dass wir in der Lage sind, zu hören.

In diesem Versuch lernen die Schüler etwas über das Verhalten erzwungener Schwingungen. Die Abhängigkeit der Resonanzfrequenz von der Masse wird untersucht.

Lehrerinformationen (1/2)

PHYWE

Vorwissen



Dieser Versuch benötigt das Verständnis harmonischer Schwingungen.

Lernziel



In diesem Versuch lernen die Schüler etwas über das Verhalten erzwungener Schwingungen. Die Abhängigkeit der Resonanzfrequenz von der Masse wird untersucht.

Aufgabe



- 1) Das Amplitudenverhalten in Abhängigkeit von der Anregungsfrequenz qualitativ untersuchen.
- 2) Die Abhängigkeit der Resonanzfrequenz von der Masse quantitativ untersuchen.

Lehrerinformationen (2/2)

PHYWE

Prinzip



Schwingungen sind wiederholte zeitliche Schwankungen von Zustandsgrößen. Schwingungen sind in erster Linie durch deren Amplituden A (maximale Auslenkung aus einer definierten Ruhelage) und deren Frequenzen f (Anzahl der Schwingungen je Sekunde) charakterisiert.

Die Frequenz hängt mit der Periodendauer T der Schwingung über die nachstehende Beziehung zusammen: $f = 1/T$

Bei der erzwungenen Schwingung wird dem System eine äußere Frequenz aufgezwängt. Beispiel: mechanisches Masse-Feder-System. Analog zum harmonischen Oszillatoren ohne äußere Kraft kann man hierfür die Differentialgleichung aufstellen und lösen.

Mathematisch folgt für die Eigenfrequenz f_R , dass: $f_R^2 \sim \frac{1}{m}$

Als Proportionalitätsfaktor tritt die Federkonstante D auf.

Hinweise zu Aufbau und Durchführung

PHYWE

Hinweise



Als Beispiel soll ein mechanisches Masse-Feder-System dienen. Stellt man hierfür die Differentialgleichung auf und löst sie, erhält man Schwingungen. Im allgemeisten Fall sind diese gedämpft.

Die Amplitude der Schwingung wird dabei von der äußerer aufgezwungenen Frequenz abhängen. Für einen bestimmten Wert, die Eigenfrequenz des Systems, wird die Amplitude maximal. Dieser Fall wird als Resonanz bezeichnet.

Es ist wichtig, dass man mit vier Zusatzgewichten auf dem DigiCart startet, da bei zu geringem Gewicht die Oszillation zu instabil ist.

Sicherheitshinweise

PHYWE



Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise zum sicheren Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

PHYWE

Schülerinformationen

Motivation

PHYWE

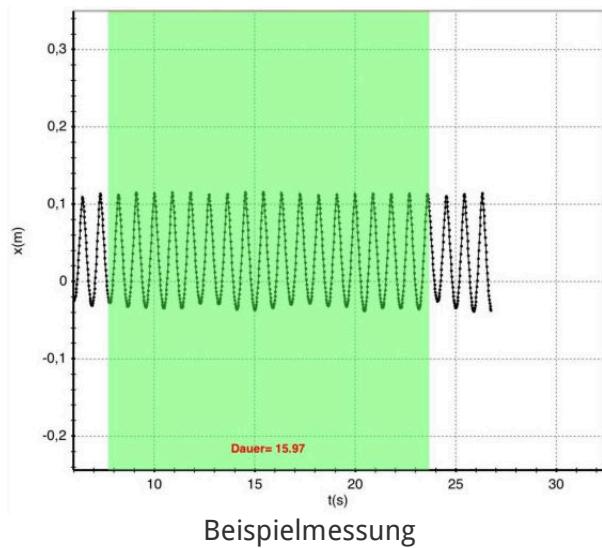
Erzwungene Schwingung – Wikipedia

Erzwungene Schwingung und Resonanz

Erzwungene Schwingungen finden sich zahlreich in Natur und Technik. So verdanken wir beispielsweise der durch Schallwellen angeregten erzwungenen Schwingung des Trommelfells, dass wir in der Lage sind, zu hören.

In diesem Versuch lernst du etwas über das Verhalten erzwungener Schwingungen. Die Abhängigkeit der Resonanzfrequenz von der Masse wird untersucht.

Aufgabe



1. Untersuche qualitativ das Amplitudenverhalten in Abhängigkeit von der Anregungsfrequenz.
2. Untersuche quantitativ die Abhängigkeit der Resonanzfrequenz von der Masse.

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Cobra DigiCart Expert Set	12940-88	1
2	Cobra DigiCartAPP	14582-61	1

Material

PHYWE

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Cobra DigiCart Expert Set	12940-88	1
2	Cobra DigiCartAPP	14582-61	1

Aufbau (1/3)

PHYWE



Übersicht Versuchsaufbau

- Fixiere seitlich am höhenverstellbaren Ende der Bahn den Vibrationsmotor, sodass die Motorwelle bergab in Richtung der Bahn zeigt.
- Bringe das eine Ende der Bahn mit Hilfe des höhenverstellbaren Halters an den höchsten Punkt, sodass die Bahn maximal geneigt ist.
- Montiere alle vier 50 Gramm Zusatzgewichte auf dem DigiCart mit Hilfe der Kunststoffschrauben.

Aufbau (2/3)

PHYWE



Übersicht Versuchsaufbau

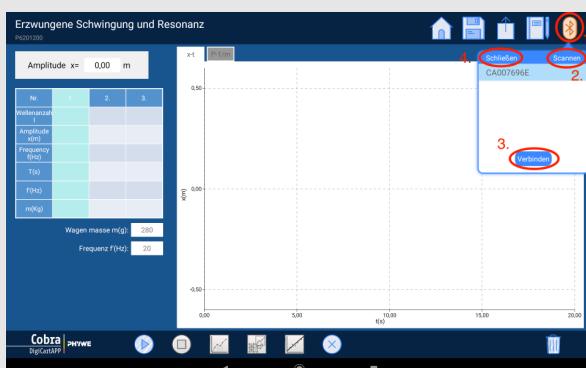
- Ermittle mit der Waage das Gewicht des DigiCart.
- Platziere das DigiCart auf der geneigten Bahn und verbinde es mit einer der fünf Federn mit dem Vibrationsmotor.

Hinweis: Die Feder wird am DigiCart in der Öse oberhalb des Kraftsensors fixiert.

- Starte die DigiCart App.

Aufbau (3/3)

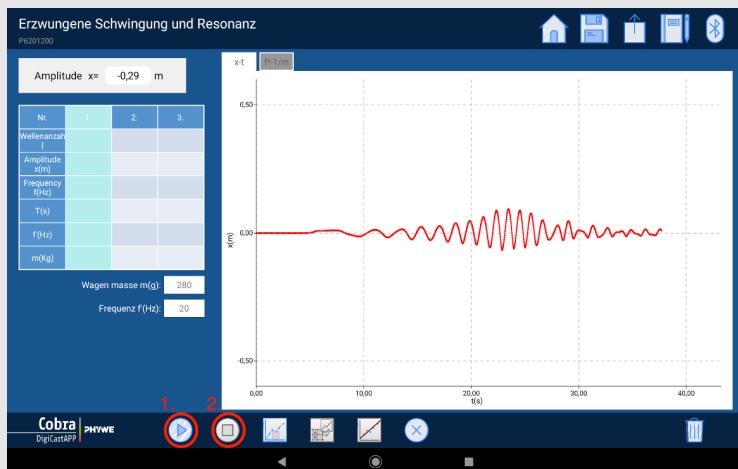
PHYWE



Verbindung zum DigiCart

- Wähle Versuch 12 aus der Übersicht. Das Messfenster öffnet sich.
- Verbinde das DigiCart mit der App.
- Zunächst muss der ON Schalter auf dem DigiCart für mindestens 3 Sekunden gedrückt werden. Anschließend öffnet man in der App über das Bluetooth Symbol (1.) das Verbindungsfenster. Dort sollte nun das DigiCart angezeigt werden. Falls nicht, kann man die Liste über einen Klick auf Scan (2.) aktualisieren.
- Nun tippt man das DigiCart aus der Liste einmal an und stellt über den Button Verbinden (3.) die Verbindung her. Das Fenster kann man nun über den Schließen-Button wieder verbergen (4.).

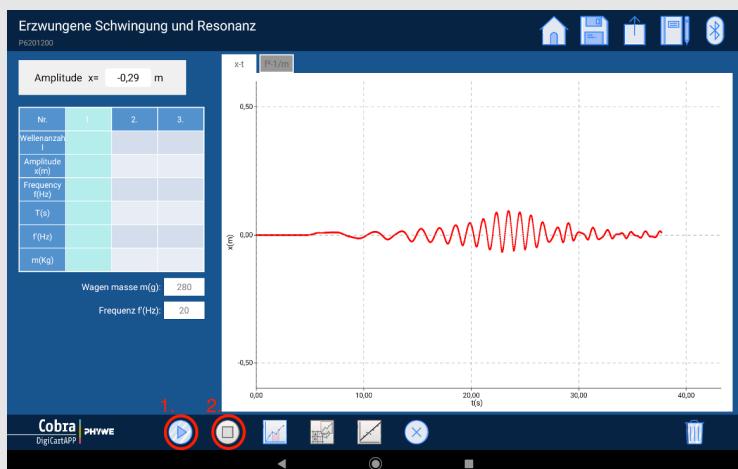
Durchführung - Teil 1 (1/2)



Vorgehensweise bei der Messung - Teil 1

- Die Abbildung zeigt die Schritte für den Messvorgang.
- Starte mit einem Klick auf "Messung starten" (1.) die Messung.
- Schalte den Vibrationsmotor an (ON/OFF Schalter) und erhöhe langsam aber kontinuierlich am Drehknopf die Frequenz des Motors.

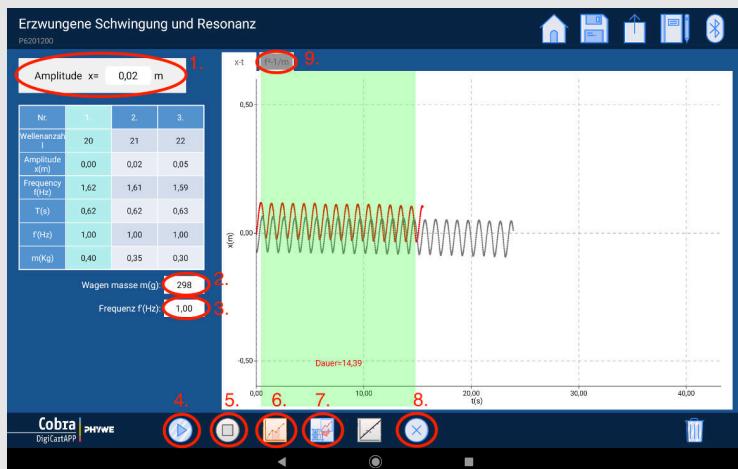
Durchführung - Teil 1 (2/2)



Vorgehensweise bei der Messung - Teil 1

- Beobachte dabei die aufgezeichnete Schwingung.
- Die Amplitude der Schwingung wird langsam auf einen Maximalwert steigen und dann wieder sinken.
- Beende die Messung mit einem Klick auf "Messung beenden" (2.), sobald die Amplitude unter einen sichtbaren Wert abgefallen ist.
- Du solltest eine Kurve erhalten wie in Abbildung 3.

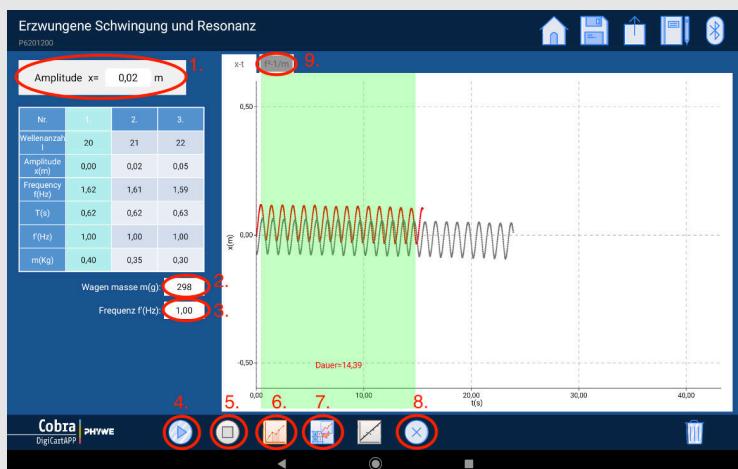
Durchführung - Teil 2 (1/5)



Vorgehensweise bei der Messung - Teil 2

- Die Abbildung zeigt die Schritte für den Messvorgang.
- In der Amplitudenanzeige (1.) wird die momentane Schwingungsamplitude angezeigt.
- Trage in das Feld "Wagenmasse" (2.) die gemessene Masse des DigiCart ein.
- Trage in das Feld "Frequenz" (3.) den Wert 1 ein.
- Starte die Messung auf "Messung starten" (4.).

Durchführung - Teil 2 (2/5)



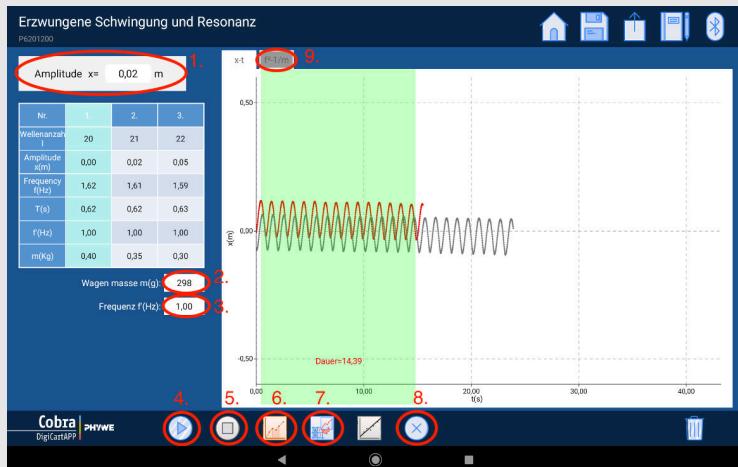
Vorgehensweise bei der Messung - Teil 2

- Schalte den Vibrationsmotor an (ON/OFF Schalter) und moduliere am Drehknopf die Frequenz solange, bis du die Resonanzfrequenz getroffen hast (maximale Amplitude des DigiCart).

Bemerkung: Lasse dir für den letzten Schritt Zeit. Es ist wichtig, dass du die Resonanzfrequenz findest.

- Beende die Messung mit einem Klick auf "Messung beenden" (5.).

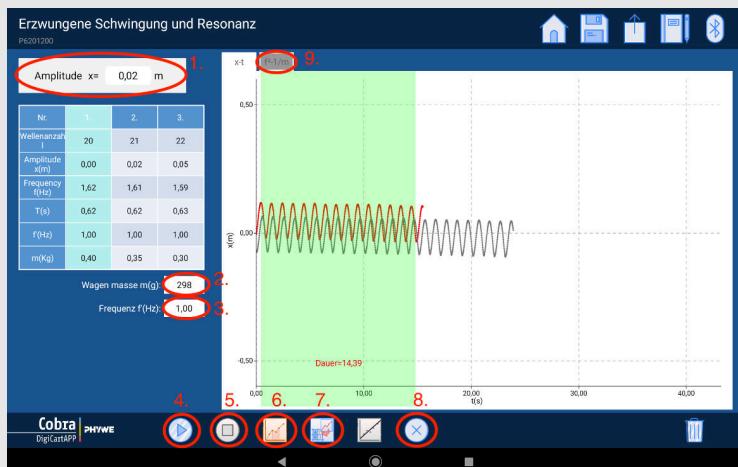
Durchführung - Teil 2 (3/5)



Vorgehensweise bei der Messung - Teil 2

- Starte eine neue Messung mit einem Klick auf "Messung starten" (4.) bei der eingestellten Resonanzfrequenz und nehme mindestens 10 Schwingungsperioden auf.
- Beende die Messung mit einem Klick auf "Messung beenden" (5.).
- Wähle durch einen Klick auf "Messbereich auswählen" (6.) einen Bereich im Schwingungs-Diagramm aus, welcher mindestens 10 Schwingungsperioden umfasst. Die Auswahl erfolgt durch Überstreichen des Intervalls mit dem Finger. Klicke dann auf den Button "Speichern" (7.).

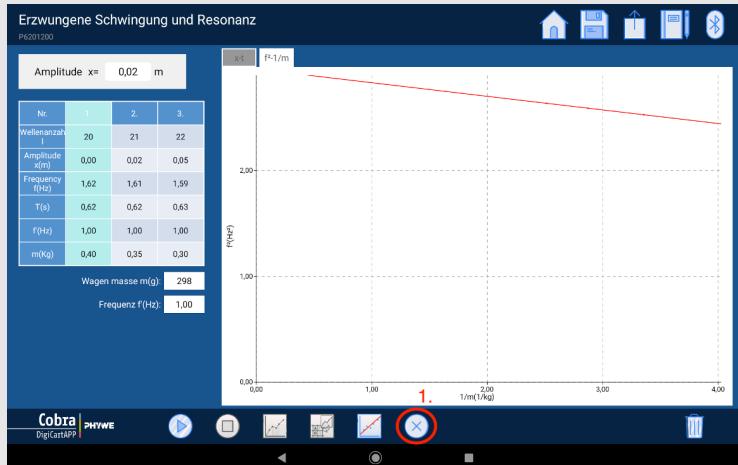
Durchführung - Teil 2 (4/5)



Vorgehensweise bei der Messung - Teil 2

- Entferne ein 50 Gramm Zusatzgewicht vom DigiCart und wiederhole nun die letzten 8 Schritte. Entferne hiernach ein weiteres 50 Gramm Zusatzgewicht vom DigiCart und wiederhole die 8 Schritte erneut.
- Um eine Spalte aus der Tabelle zu löschen, tippe diese an und klicke dann auf den "Löschen" Button (8.). Durch eine neue Messung kann die Spalte mit neuen Werten gefüllt werden.
- Klicke auf den Reiter " $f^2 - 1/m$ " oberhalb des Diagramms (9.), nachdem drei Messungen aufgenommen sind.

Durchführung - Teil 2 (5/5)



Vorgehensweise bei der Auswertung

- Die Abbildung zeigt die Schritte für die Auswertung. Im Diagramm steht das Quadrat der gemessenen Resonanzfrequenz gegenüber dem Inversen der Masse.
- Für jede Messung wurden diese Werte bereits berechnet und sind im Diagramm dargestellt.
- Klicke auf den Button "Gerade zeichnen" (1.) und lasse eine Gerade durch die Punkte legen.

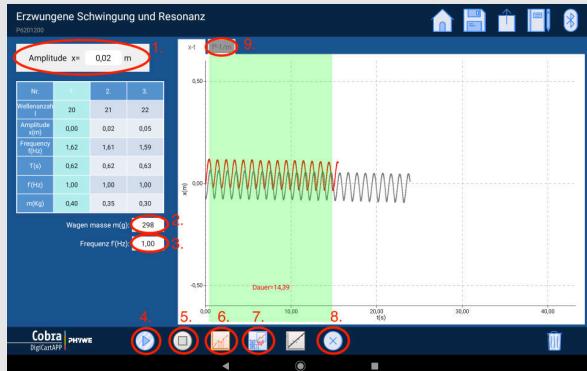
Bemerkung: Wiederhole Messung 2 und die Auswertung auch für Federn anderer Stärke.

PHYWE



Protokoll

Aufgabe 1



Vorgehensweise bei der Messung - Teil 1

Ziehe die korrekten Wörter in die Lücken!

Man sieht den zeitlichen Amplitudenverlauf der . Wie man sieht, sich die Amplitude zunächst bis zum Maximalwert und danach wieder ab. Der Maximalwert tritt genau bei der ein, bei welcher das System am stärksten schwingt.

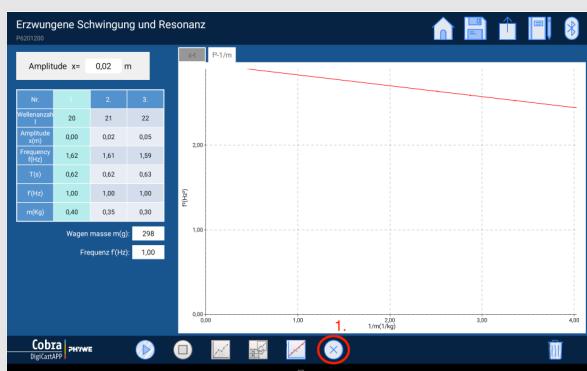
Resonanzfrequenz

fällt

Anregungsfrequenz

vergrößert

Aufgabe 2



Vorgehensweise bei der Auswertung
Teil 1 und Teil 2

Ziehe die korrekten Wörter in die Lücken!

Die Punkte im Diagramm der Abbildung liegen nahezu auf der gezeichneten Geraden. Dies bestätigt den mathematischen Zusammenhang, dass das der Resonanzfrequenz ist zum der Masse.

proportional

perfekt

Quadrat

Inversen

 Überprüfen

Aufgabe 3

PHYWE



Im Resonanzfall wird dem System genau im richtigen Moment Energie zugeführt,

sodass sich die Amplitude der Schwingung immer weiter vergrößert.

sodass sich die Amplitude der Schwingung immer weiter verkleinert.

sodass sich die Amplitude der Schwingung konstant bleibt.