

Überlagerung und Zerlegung von Bewegungen mit Cobra DigiMotion



Physik

Mechanik

Dynamik & Bewegung

Physik

Mechanik

Kreisbewegung & Rotation



Schwierigkeitsgrad

mittel



Gruppengröße

-



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

20 Minuten

This content can also be found online at:



<https://www.curriculab.de/c/693294d0fbfed50002886c6f>

PHYWE



Lehrerinformationen

Anwendung

PHYWE



Versuchsaufbau zur
zweidimensionalen
Aufspaltung der Bewegung

Viele Bewegungen lassen sich als Überlagerung von zwei unabhängigen Richtungen darstellen, z. B. horizontal und vertikal. Diese zweidimensionale Aufspaltung erlaubt es, die Bewegung in einfachere Teilbewegungen zu zerlegen, die getrennt untersucht und analysiert werden können.

Ein typisches Beispiel ist das Fadenpendel, dessen Schwingung in der Ebene als Überlagerung von horizontaler und vertikaler Bewegung betrachtet werden kann. Auch bei der gleichförmigen Kreisbewegung lassen sich die Bahngeschwindigkeit und Beschleunigung in zwei senkrecht zueinander stehende Komponenten zerlegen.

Durch diese Aufspaltung wird es möglich, Zusammenhänge zwischen Geschwindigkeit, Beschleunigung und Bahnkrümmung klarer zu erkennen und die Bewegung mathematisch zu beschreiben.

Sonstige Lehrerinformationen (1/2)

PHYWE

Vorwissen



Die Schüler sollten mit gleichförmiger und gleichmäßig beschleunigter Bewegung vertraut sein. Sie sollten grundlegende Kenntnisse in der Vektorzerlegung besitzen und die Mathematik von Sinus, Kosinus und rechtwinkligen Dreiecken anwenden können.

Prinzip



Jede Bewegung in der Ebene lässt sich in zwei senkrecht zueinander stehende Teilbewegungen zerlegen. So können Bewegungen in x- und y-Richtung unabhängig analysiert und mathematisch beschrieben werden.

Sonstige Lehrerinformationen (2/2)

PHYWE

Lernziel



Die Schüler sollen in diesem Versuch die Bewegung eines Körpers in der Ebene analysieren und erkennen, dass sich die Bewegung in zwei unabhängige Richtungen zerlegen lässt. Aus den aufgezeichneten Positionsdaten sollen sie erkennen, dass die Bewegungen in x- und y-Richtung unabhängig voneinander verlaufen und sich getrennt untersuchen lassen.

Aufgaben



Die Schüler zeichnen mit Hilfe des **MotionBoard** die Bewegung des **MotionDot** bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten auf. Gleichzeitig messen sie, wie ein Körper eine Schiefe Ebene hinunterrollt, und untersuchen den Zusammenhang zwischen Beschleunigung, Neigungswinkel der Ebene und der Erdbeschleunigung g .

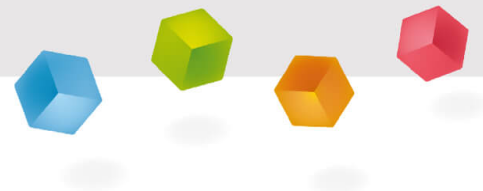
Sicherheitshinweise

PHYWE



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

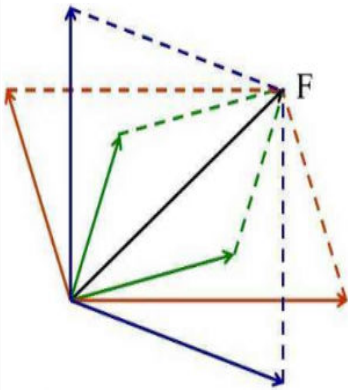
PHYWE



Schülerinformationen

Motivation

PHYWE



Überlagerung von Vektoren

Die Zerlegung einer Bewegung in unabhängige Komponenten ist ein zentrales Prinzip der Physik. Jede Bewegung lässt sich entlang orthogonaler Richtungen eines kartesischen Koordinatensystems aufspalten, sodass die einzelnen Komponenten zunächst unabhängig betrachtet werden können.

Es ist jedoch wichtig zu beachten, dass orthogonale Komponenten in bestimmten physikalischen Situationen dennoch miteinander interagieren können. Beispielsweise erzeugen die senkrechten Komponenten eines elektromagnetischen Feldes über den Kreuzprodukt-Term (Lorentz-Kraft, Poynting-Vektor etc.) gemeinsame Effekte, die nicht allein aus den einzelnen Komponenten vorhergesagt werden können.

Dennoch erleichtert die Zerlegung in Komponenten die Analyse komplexer Bewegungen und physikalischer Systeme erheblich, da sie es erlaubt, die meisten Aspekte getrennt zu betrachten. Sie bildet die Grundlage zahlreicher experimenteller und theoretischer Anwendungen.

Aufgaben

PHYWE



In diesem Versuch wirst du dich mit der Zerlegung von Bewegungen in orthogonale Komponenten vertraut machen.

Deine Aufgaben lauten:

1. Steuere mit einem Controller zwei unabhängige Motoren, die den **MotionDot** in orthogonalen Richtungen antreiben.
2. Miss die Bewegung bei verschiedenen Geschwindigkeitskombinationen und analysiere die resultierende Gesamtbewegung.
3. Lass anschließend einen Körper eine schiefe Ebene hinunterrollen und bestimme aus den Messdaten den Zusammenhang zwischen Beschleunigung, Neigungswinkel und Erdbeschleunigung g .

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Cobra DigiMotion Expert Set	12975-88	1
2	PHYWE digiLAB App	14575-61	1

Aufbau (1/4)

PHYWE



Benötigte Bauelemente

Aufbau (2/4)

PHYWE

Nachfolgend der erste Versuchsaufbau:

- Schalte den **MotionDot** ein.
- Befestige ihn auf dem beweglichen Modul des Rahmens.



Aufbau (3/4)

PHYWE



- Die obere Abbildung zeigt die Rückseite, die untere Abbildung die Vorderseite.
- Schraube den Signalgenerator auf der Rückseite fest.
- Schließe auf der Vorderseite den Controller und den Adapter an.
- Überprüfe, ob die untere Rolle in der Führungsrille sitzt.
- Stelle den Controller auf den Modus A+B und teste, ob sich das bewegliche Modul problemlos von der linken unteren Ecke zur rechten oberen Ecke bewegt.
- Platziere zum Schluss das **MotionBoard** hinter dem Rahmen.

Aufbau (4/4)

PHYWE



Experimenteller Aufbau der Schiefen Ebene

Nachfolgend der zweite Versuchsaufbau:

- Nimm den **MotionDot** ab.
- Ziehe den Controller-Stecker vom Motor.
- Drehe den Rahmen zur Vorderseite.
- Hebe die als Schräge dienende Schiene an.
- Ziehe die Schraube am linken Rahmen auf 20 cm an und befestige sie fest.

Durchführung (1/4)

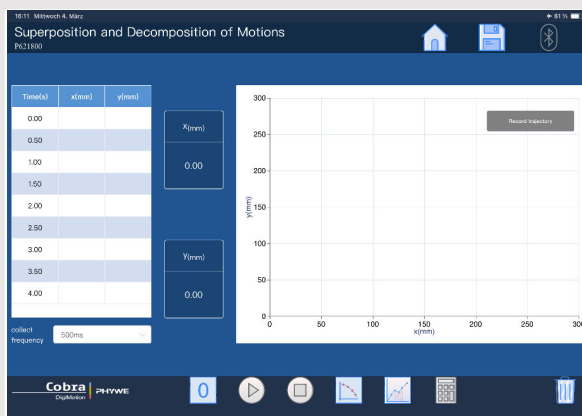
PHYWE

Am Controller befinden sich zwei obere Drehknöpfe A und B, die jeweils die Geschwindigkeit in y - bzw. x -Richtung steuern. Der Schalter unten links steuert Stopp, Vorwärts- und Rückwärtsbewegung, und der Drehknopf unten rechts steuert die verschiedenen Bewegungsmodi.



Durchführung (2/4)

PHYWE



Ausschnitt aus **digiLab**

Verwende zunächst den ersten Aufbau und führe die folgenden Schritte durch:

- Steuere zunächst das Bewegungsmodul und fahre den **MotionDot** in die linke untere Ecke.
- Klicke anschließend auf die Taste „0 Calibration“.
- Stelle danach die Geschwindigkeiten der Regler A und B auf den Minimalwert ein, wähle den Modus „A+B“ und drücke die Taste „Start“.
- Schalte nun den Betriebsschalter ein.
- Sobald das Bewegungsmodul den oberen oder rechten Rahmenrand erreicht, drücke die Taste „Stop“.

Durchführung (3/4)

PHYWE



Versuchsaufbau zur zweidimensionalen Aufspaltung der Bewegung

- Wähle anschließend „Connection Trajectory“ und markiere sinnvolle Datenpunkte.
- Klicke auf „Calculate“.
- Ändere zum Schluss die Geschwindigkeiten von A und B auf jeweils „niedrig“, „mittel“ und „hoch“ und führe alle

$$3 \times 3 = 9$$

möglichen Kombinationen durch. Wiederhole den Versuch für jede Kombination.

- Vergleiche abschließend die erhaltenen Kurven mit den eingestellten Geschwindigkeiten in x - und y -Richtung.

Durchführung (4/4)

PHYWE



Versuchsaufbau zur schiefen Ebene

Wechsle zum zweiten Aufbau und führe folgende Schritte durch:

- Befestige den Signalgenerator oben links auf der Schiene innerhalb des **MotionBoard**.
- Klicke auf „0 Calibration“ und anschließend auf „Start“.
- Lasse den **MotionDot** frei die schiefe Schiene hinunterrollen und drücke am unteren Ende „Stop“.
- Markiere sinnvolle Datenpunkte, berechne die Beschleunigung und notiere sie und den Schienenwinkel.
- Nun den Winkel der Schiene ändern und den Versuch wiederholen.

Aufgabe 1

PHYWE

Ein Objekt bewegt sich mit einer konstanten Geschwindigkeit $\vec{v}$ unter einem Winkel von 30° zur Horizontalen.

Welche Aussage ist korrekt?

- ☐ Die vertikale Komponente wird durch die Erdbeschleunigung verändert.
- ☐ Die horizontale Komponente bleibt konstant, die vertikale Komponente ändert sich nicht.
- ☐ Die Geschwindigkeit kann nicht in Komponenten zerlegt werden.

✓ Überprüfen

Aufgabe 2

PHYWE



Versuchsaufbau zur zweidimensionalen Aufspaltung der Bewegung

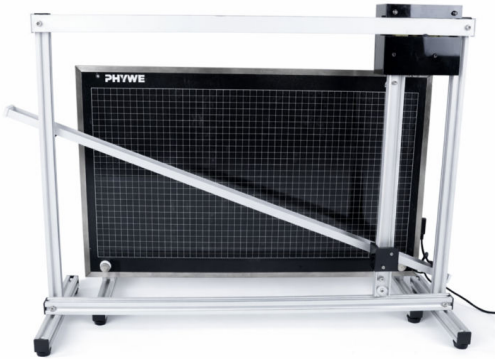
Bei einer gleichförmigen Bewegung mit einem Geschwindigkeitsvektor $\vec{v}$ ist welche Aussage richtig?

- ☐ Die Richtung der Geschwindigkeitskomponenten ändert sich ständig.
- ☐ Die Summe der Komponenten ergibt immer den Gesamtvektor.
- ☐ Die Größe der Komponenten variiert mit der Zeit.

✓ Überprüfen

Aufgabe 3

PHYWE



Versuchsaufbau zur zweidimensionalen Aufspaltung der Bewegung

Auf einer schiefen Ebene wirkt die Gewichtskraft. Welche Komponenten entstehen?

- ☐ Eine Komponente parallel zur Ebene.
- ☐ Keine Zerlegung möglich.
- ☐ Eine Komponente parallel zur Ebene und eine senkrecht dazu.
- ☐ Eine Komponente senkrecht zur Ebene.

✓ Überprüfen

Aufgabe 4

PHYWE

Ein Objekt rutscht eine schiefe Ebene mit dem Neigungswinkel α hinunter.

Welche Komponente der Erdbeschleunigung verursacht die Beschleunigung entlang der Ebene?

☐ $\frac{g}{\sin \alpha}$

☐ Keine der genannten

☐ $g \sin \alpha$

☐ $g \cos \alpha$

✓ Überprüfen

Folie	Punktzahl/ Summe
Folie 18: Gleichmäßige Bewegung	0/1
Folie 19: Geschwindigkeitsvektor	0/1
Folie 20: Zerlegung der Kräfte	0/1
Folie 21: Schiefer Ebene	0/1

Gesamtsumme  0/4

 Lösungen

 Wiederholen