

# Das Trägheitsgesetz (1. Newtonsches Axiom) mit der Rollenfahrbahn und Zeitmessgerät 4-4



Physik

Mechanik

Energieerhaltung &amp; Impuls



Schwierigkeitsgrad

mittel



Gruppengröße

2



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

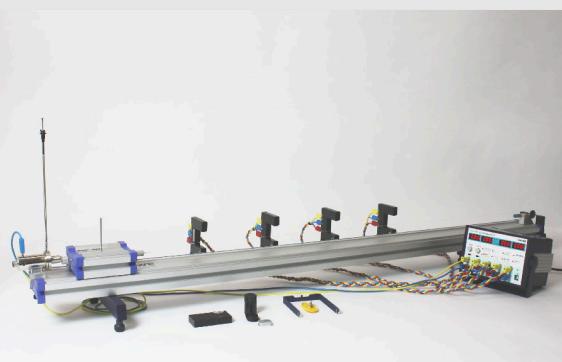
This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/5f116acd26112d0003db5de3>

**PHYWE**

## Allgemeine Informationen

### Anwendung

**PHYWE**

Versuchsaufbau

Wirkt auf einen Körper nach Beschleunigung keine äußere Kraft mehr ein, verharrt er im Zustand der gleichförmigen Bewegung. Hier soll auf der Rollenfahrbahn durch Geschwindigkeitsmessungen eines gleichmäßig beschleunigten Wagens gezeigt werden, dass seine Geschwindigkeit nach Beendigung des Beschleunigungsvorgangs konstant bleibt.

## Sonstige Informationen (1/2)

PHYWE

### Vorwissen



Die Schüler sollten mit dem grundlegenden Konzept und den Begrifflichkeiten der Newtonschen Axiome und den klassischen Bewegungsgleichungen vertraut sein.

### Prinzip



Die Aussagen des ersten Newtonschen Axioms werden aus Beobachtungen über das Bewegungsverhalten von Körpern hergeleitet.

## Sonstige Informationen (2/2)

PHYWE

### Lernziel



Ein beschleunigter Körper behält eine geradlinig gleichförmige Bewegung bei, wenn keine Kraft mehr auf ihn wirkt.

### Aufgaben



Bestimmung der Geschwindigkeit aus der Abschattzeitmessung der Lichtschranken an verschiedenen Positionen nach unterschiedlichen Beschleunigungsstrecken.

## Sicherheitshinweise

PHYWE

Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise für das sichere Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

## Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Rollenfahrbahn, Aluminium, $l = 1,5\text{ m}$	11305-00	1
2	Messwagen, saphirgelagert	11306-00	1
3	Blende für Messwagen Demo-Rollenfahrbahn $b=100\text{mm}$	11308-00	1
4	Gewicht (400 g) für Messwagen	11306-10	1
5	Schlitzgewicht, schwarzlackiert, 10 g Bauart PHY	02205-01	4
6	Schlitzgewicht, schwarzlackiert, 50 g Bauart PHY	02206-01	2
7	Schlitzgewicht, blank, 1 g	03916-00	20
8	Gewichtsteller, silberbronziert, 1 g	02407-00	1
9	Nadel mit Stecker	11202-06	1
10	Röhrchen mit Stecker	11202-05	1
11	Plastilina, 10 Stangen	03935-03	1
12	Bindfaden, Polyester, auf Röllchen, $l = 200\text{ m}$	02412-00	1
13	Haltemagnet mit Stecker	11202-14	1
14	Startvorrichtung für Rollenfahrbahn	11309-00	1
15	Halter für Lichtschranke	11307-00	4
16	Gabellichtschranke compact	11207-20	4
17	Endhalter für Rollenfahrbahn	11305-12	1
18	Umlenkrolle	11305-10	1
19	Halter für Umlenkrolle	11305-11	1
20	PHYWE Zeitmessgerät 4 - 4	13604-99	1
21	Verbindungsleitung, 32 A, 1000 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07363-01	4
22	Verbindungsleitung, 32 A, 1000 mm, gelb Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07363-02	4
23	Verbindungsleitung, 32 A, 1000 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07363-04	4

## Theorie

PHYWE

Das 1. Newtonsche Axiom besagt, dass ein kraftfreier ruhender Körper im Zustand der Ruhe und bewegende Körper in genau dieser Bewegung verbleiben.

Wird ein Körper über eine Kraft beschleunigt und die beschleunigende Kraft wirkt nicht mehr, so wird sich der Körper in diesem kraftfreien Zustand gleichförmig und geradlinig (mit der momentanen Richtung und Geschwindigkeit) weiter fortbewegen.

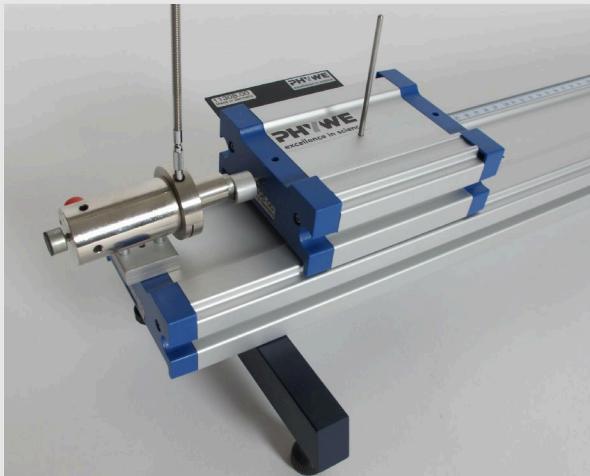
PHYWE



## Aufbau und Durchführung

## Aufbau (1/6)

PHYWE



Startvorrichtung ohne Stoß

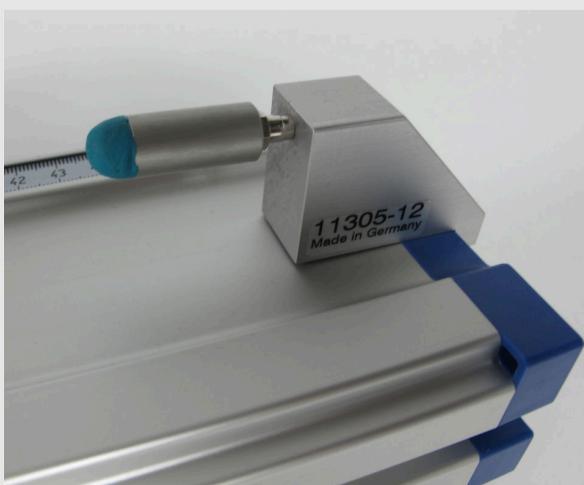
**1.** Um geringe Reibungseffekte zu kompensieren, ist die Fahrbahn über die Stellschrauben an den Füßen etwas schräg zu stellen, sodass der Messwagen gerade noch nicht nach rechts zu rollen beginnt.

**2.** An dem linken Ende der Bahn ist eine Startvorrichtung anzubringen.

Beachten Sie, dass zum Start des Wagens mit Anfangsimpuls die Startvorrichtung so montiert werden muss, dass sich der Stempel beim Auslösen vom Messwagen entfernt.

## Aufbau (2/6)

PHYWE



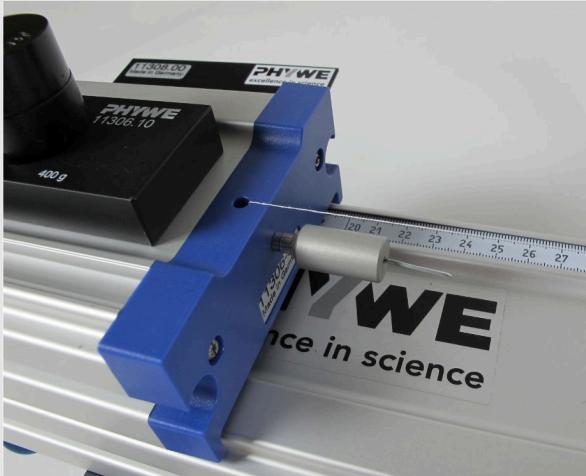
Endhalter mit Plastilina

**3.** An den Endhalter am rechten Ende der Bahn wird ein mit Plastilina gefülltes Röhrchen gesteckt, um den Wagen ohne harten Stoß abzubremsen.

**4.** Die Umlenkrolle wird mit dem Halter für Umlenkrolle am rechten Ende der Fahrbahn befestigt und das Inkrementalrad eingesetzt.

## Aufbau (3/6)

PHYWE



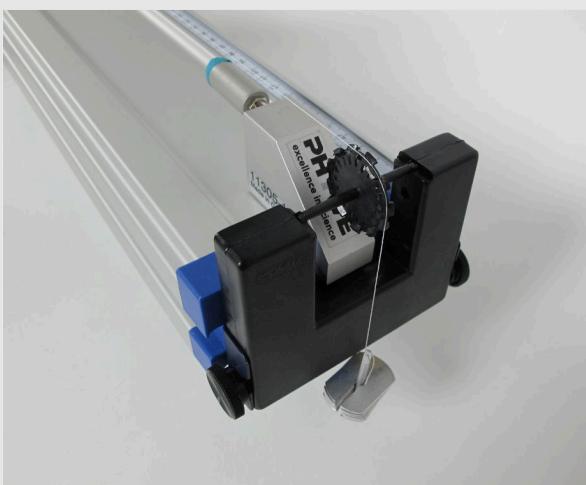
Befestigung des Fadens am Wagen

**5.** Der Messwagen wird mit dem Haltemagneten mit Stecker sowie der Blende für Messwagen ( $b = 100 \text{ mm}$ ) bestückt.

**6.** Der Anfang des Fadens wird von oben in die vertikale Bohrung der Wagenendkappe gesteckt und durch das frontale Einsticken der Nadel mit Stecker fixiert.

## Aufbau (4/6)

PHYWE



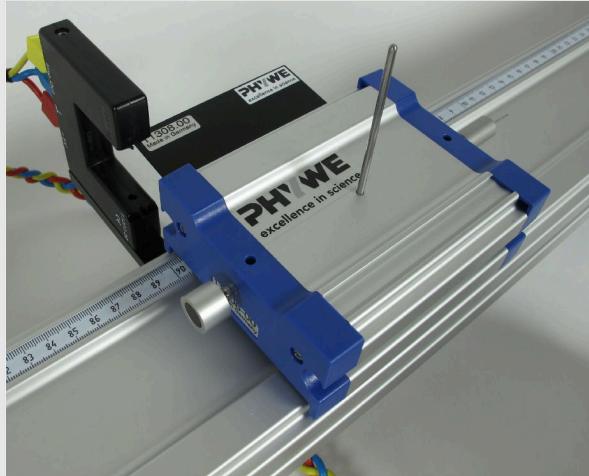
Positionierung des Gewichtstellers

**7.** Der Faden wird über das Inkrementalrad der Umlenkrolle gelegt und mit dem Ende so am Gewichtsteller verknotet, dass dieser, wie in der Abbildung gezeigt, unmittelbar unterhalb des Rads frei hängt. Als konstant beschleunigende Kraft dient der Gewichtsteller samt der auf ihm liegenden 5–20 Schlitzgewichte (je 1g). Es ist darauf zu achten, dass der Faden parallel zur Fahrbahn verläuft.

**8.** Die Masse des Wagens kann mittels der schwarzlackierten Gewichte variiert werden.

## Aufbau (5/6)

PHYWE



Freigabe der Lichtschranke nach Blendendurchgang

- 9.** Der Gewichtsteller soll während der Versuchsdurchführung in verschiedenen Höhen zum Liegen kommen, bevor er den Boden berührt, damit die Beschleunigungsstrecke verkürzt wird.

Halten Sie dazu einige beliebige Objekte aus Ihrer Umgebung bereit, die sie unter dem Gewichtsteller auf den Boden stellen können.

- 10.** Die vier Gabellichtschranken werden mit den Lichtschrankenhaltern an der Fahrbahn montiert und gleichmäßig über die Messstrecke verteilt.

Achten Sie darauf, dass alle Lichtschranken beim Rollen des Wagens vom hinteren Teil der Blende durchlaufen werden können.

## Aufbau (6/6)

PHYWE



Anschließen der Lichtschranken und der Startvorrichtung

- 11.** Die Gabellichtschranken werden von links nach rechts der Reihe nach mit den Buchsen in den Feldern „1“ bis „4“ des Zeitmessgerätes verbunden.

Dabei werden die gelben Buchsen der Lichtschranken mit den gelben Buchsen des Messgerätes verbunden, die roten mit den roten und die blauen Buchsen der Lichtschranken mit den weißen Buchsen des Zeitmessgerätes.

- 12.** Die beiden Schiebeschalter am Zeitmessgerät werden zur Wahl der Triggerflanke in die rechte Position „fallende Flanke“ ( ↓ ) gebracht.

## Durchführung (1/3)

PHYWE

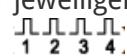
- Der Wagen soll durch das Gewicht beschleunigt werden und anschließend eine gleichförmige Bewegung durchführen, welche von den Gabellichtschranken erfasst wird. Stellen Sie ein Objekt unter den Gewichtsteller, sodass dieser aufgefangen wird, sobald sich der Messwagen unmittelbar vor Eintritt in den Lichtweg der ersten Lichtschranke befindet.

Die Beschleunigungsstrecke  $\Delta s$  entspricht dem Weg, den der Wagen vom Start bis zum Aufsetzen des Gewichtstellers zurücklegt. Variieren Sie wenn nötig die Position der Lichtschranke.

- Der Messwagen wird durch den Starter freigelassen und erfährt eine konstante Beschleunigung, bis der Gewichtsteller das Tischchen berührt. Anschließend rollt er mit konstanter Geschwindigkeit weiter.

## Durchführung (2/3)

PHYWE

- Zum Ermitteln der Momentangeschwindigkeiten des Wagens beim Durchfahren der jeweiligen Lichtschranken wird eine Messung der Abschattzeiten  $\Delta t_1 \dots \Delta t_4$  in Betriebsmodus 1 (  ) vorgenommen.
- Die Messzeiten werden für drei bis fünf Wiederholungen aufgenommen. Vor jeder Durchführung ist die Taste „Reset“ zum Zurücksetzen der Anzeigen zu betätigen.

## Durchführung (3/3)

PHYWE

5. Die Beschleunigungsstrecke wird nun variiert, indem die Auffanghöhe des Gewichtstellers durch ein anderes untergestelltes Objekt verändert wird.

Wie oben beschrieben wird auch die Position der ersten Lichtschranke und gegebenenfalls bei längeren Beschleunigungsstrecken die der folgenden Lichtschranken angepasst. Anschließend wird eine zweite Messreihe aufgenommen.

Dieser Schritt kann für weitere Beschleunigungsstrecken wiederholt werden.

## Auswertung (1/4)

PHYWE

### Beobachtung

Für zunehmende Beschleunigungsstrecken  $\Delta s$  zeigt sich, dass die Abschattzeiten  $\Delta t_i$  aufgrund der längeren Beschleunigung des Wagens immer geringer werden.

Nach dem Aufsetzen des Gewichtsteller fährt der Wagen mit konstanter Geschwindigkeit weiter, da alle Abschattzeiten  $\Delta t_i$  annähernd gleich sind.

## Auswertung (2/4)

PHYWE

**Messbeispiel**

$\Delta s$ in m	$\Delta t_1$ in s	$\Delta t_2$ in s	$\Delta t_3$ in s	$\Delta t_4$ in s
0,555	0,229	0,231	0,233	0,232
0,555	0,231	0,234	0,237	0,238
0,555	0,233	0,235	0,238	0,24
0,555	0,233	0,236	0,239	0,24
0,555	0,232	0,235	0,237	0,238
0,425	0,261	0,266	0,274	0,288
0,425	0,261	0,264	0,267	0,267
0,425	0,264	0,27	0,273	0,276
0,425	0,262	0,266	0,271	0,273
0,425	0,265	0,269	0,272	0,272
0,2	0,395	0,404	0,415	0,426
0,2	0,395	0,403	0,413	0,421
0,2	0,4	0,416	0,435	0,457
0,2	0,399	0,415	0,433	0,452
0,2	0,398	0,413	0,432	0,454

## Auswertung (3/4)

PHYWE

**Mittelwerte des Messbeispiels**

$\Delta s$ in m	$\Delta t_{1m}$ in s	$v_{1m}$ in m/s	$\Delta t_{2m}$ in s	$v_{2m}$ in m/s	$\Delta t_{3m}$ in s	$v_{3m}$ in m/s	$\Delta t_{4m}$ in s	$v_{4m}$ in m/s
0,555	0,232	<b>0,432</b>	0,234	<b>0,427</b>	0,237	<b>0,422</b>	0,238	<b>0,421</b>
0,425	0,263	<b>0,381</b>	0,267	<b>0,375</b>	0,271	<b>0,368</b>	0,275	<b>0,363</b>
0,2	0,397	<b>0,252</b>	0,41	<b>0,244</b>	0,426	<b>0,235</b>	0,442	<b>0,226</b>

## Auswertung (4/4)

PHYWE

1. Für jede Beschleunigungsstrecke sind aus den je fünf Messungen  $\Delta t_1 \dots \Delta t_4$  die Mittelwerte  $\Delta t_{1m} \dots \Delta t_{4m}$  zu berechnen.
2. Aus den Mittelwerten der Abschattzeiten werden die mittleren Geschwindigkeiten  $v_{im} = b/t_{im}$  mit der Blendenlänge  $b = 0,1\text{ m}$  bestimmt.
3. Die vorherigen Tabellen geben ein Messbeispiel an. Vergleicht man die Geschwindigkeiten an jeder Lichtschranke, so zeigt sich, dass der Wagen im Rahmen der Messgenauigkeit nach Beenden des Beschleunigungsvorgangs seine erreichte Geschwindigkeit beibehält. Um den Bewegungszustand eines Körpers zu verändern, muss eine Kraft auf ihn einwirken. Wirkt keine äußere Kraft auf ihn ein, verharrrt er im Zustand der Ruhe oder der geradlinig gleichförmigen Bewegung.

## Anmerkungen

PHYWE



Tischchen zum Auffangen

1. Zum Auffangen des Gewichtstellers eignet sich besonders ein in der Höhe verstellbares Tischchen wie in Abb. 8. Verwenden Sie die in der Materialliste optional aufgeführten Artikel, so stellen Sie die lange Stativstange in den Dreifuß und befestigen das Tischen über die kurze Stativstange mit den beiden Doppelmuffen an dieser.
2. Dieser Versuch kann mit verschiedenen Wagen- und beschleunigenden Massen durchgeführt werden.
3. Um den Abstand des Gewichtstellers zum Inkrementalrad zu verringern, kann die Fadenlänge gekürzt werden, indem am Wagen die Nadel mit Stecker mehrfach gedreht wird und somit den Faden aufwickelt.