

# Bestimmung der Erdbeschleunigung (ArtikelNr.: P1421702)

## Curriculare Themenzuordnung



### Schwierigkeitsgrad



Leicht

### Vorbereitungszeit



10 Minuten

### Durchführungszeit



10 Minuten

### empfohlene Gruppengröße



1 Schüler/Student

### Zusätzlich wird benötigt:

### Versuchsvarianten:

### Schlagwörter:

Freier Fall, Gravitation, Beschleunigung

## Aufgabe und Material

### Einleitung

Die Zeit, die ein Körper benötigt, um beim Fallen eine bestimmte Wegstrecke zurückzulegen, wird gemessen. Unter der Annahme einer gleichmäßig beschleunigten Bewegung wird mit der bekannten Weg-Zeit-Beziehung die Erdbeschleunigung  $g$  bestimmt.  $g$  ist für die gemessenen Höhen eine Konstante.

### Aufgabe

### Material

Position	Material	Bestellnr.	Menge
1	Universal-Zähler	13601-99	1
2	Auslöser mit Kugel	02502-00	1
3	Fangschalter	02503-00	1
4	Stativ-Fuß DEMO	02007-55	1
5	Stativstange PHYWE, 4 Kanten, l = 1250 mm	02029-55	1
6	Plattenhalter, Öffnungsweite 0 - 10 mm	02062-00	1
7	Maßstab, l = 1200 mm	11200-17	1
8	Doppelmuffe PHYWE	02040-55	2
9	Schieber für Maßstab, 2 Stück, Kunststoff, rot	02201-00	1
10	Verbindungsleitung, 32 A, 1500 mm, rot	07364-01	1
11	Verbindungsleitung, 32 A, 1500 mm, blau	07364-04	1
12	Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, rot	07361-01	1
13	Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, blau	07361-04	1

## Aufbau und Durchführung

### Aufbau

Der Versuchsaufbau erfolgt gemäß Abb.1.

- Fangschalter mit Hilfe einer Muffe auf Träger ganz unten an der Stativstange befestigen.
- Maßstab so anbringen, dass die Nullmarke mit dem Tellerboden des hochgezogenen Fangschalters übereinstimmt.
- Auslöser mit Hilfe einer Muffe auf Träger an der Stativstange befestigen.

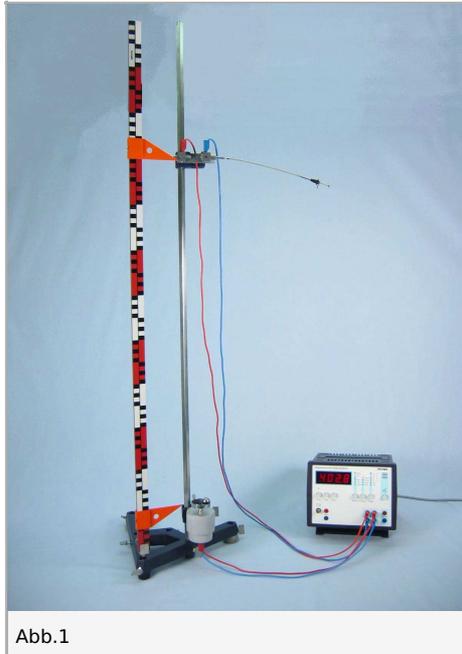


Abb.1

- Auslöser an die Startbuchsen des Digitalzählers anschließen (Abb. 3).
- Fangschalter an die Stoppbuchsen des Digitalzählers anschließen.

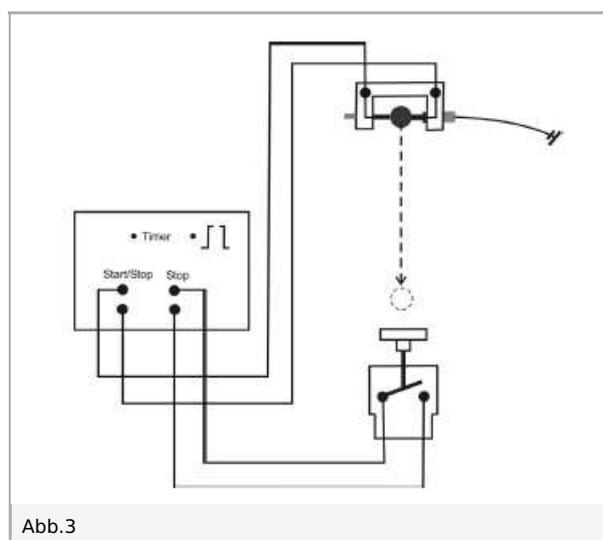


Abb.3

#### Anmerkungen:

Der Auslöser ist ein elektrischer Schalter, der als Öffner funktioniert. Die Kugel schließt den Kontakt und öffnet ihn beim Fallen. Dadurch wird die Zeitmessung gestartet.

Der Fangschalter ist ein elektrischer Schalter, der als Schließer funktioniert. Der Teller des Fangschalters wird durch die Kugel nach unten gedrückt und stoppt die Zeitmessung. Zum Öffnen des Schalters wird der Teller vor jedem Versuch nach oben gezogen.

Auslöser und Fangschalter müssen so justiert werden, dass die Kugel vom Fangschalter sicher aufgefangen wird und nicht den Rand des Tellers trifft.

### *Bemerkungen:*

Wird der Versuch mit Stativmaterial durchgeführt, so kann die Erdbeschleunigung auch für größere Fallstrecken bis zu 1 m gemessen werden. Der Fallweg lässt sich in Abhängigkeit von der Fallzeit auch graphisch darstellen. Damit ergibt sich die Parabel nach Gleichung (1) (siehe Auswertung) für die beschleunigte Bewegung.

## Durchführung

- Fangschalter hochziehen.
- Muffe auf Träger mit Auslöser so verschieben, dass die untere Kante des Auslösers mit der 10 cm-Marke des Lineals übereinstimmt, die untere Kante des Auslösers entspricht dem unteren Rand der eingespannten Kugel.
- Am 4-Dekadenzähler die Einstellung „Timer“ auswählen (Abb. 3).
- Die Triggerbedingung: „steigende Flanke - fallende Flanke“ auswählen (Abb. 3).
- Kugel einsetzen.
- Mit der Taste „Reset“ die Anzeige auf Null einstellen, Taste „Start“ drücken.
- Kugel freigeben.
- Kugel wird aufgefangen, gemessene Zeit in ms wird angezeigt.
- Der Versuch kann für die gleiche Höhe mehrmals wiederholt werden, um einen Mittelwert der gemessenen Zeiten zu berechnen.
- Auslöser mit Muffe auf Träger auf verschiedene Höhen einstellen, Messung wiederholen.
- Die gemessenen Werte für die Fallstrecke  $s$  und die Fallzeit  $t$  werden in Tabelle 1 (Ergebnisse) eingetragen.

## Ergebnisse und Auswertung

### Ergebnisse

Tabelle 1

$\frac{s}{m}$	$\frac{t}{s}$	$\frac{g}{m/s^2}$
0,10	0,1428	9,81
0,15	0,1743	9,87
0,20	0,2014	9,86
0,25	0,2250	9,88
0,30	0,2475	9,79
0,35	0,2674	9,79
0,40	0,2855	9,81
0,45	0,3032	9,79
0,50	0,3188	9,84
0,60	0,3491	9,85
0,70	0,3769	9,86
0,80	0,4019	9,86
0,90	0,4275	9,85
1,00	0,4511	9,83

- Je größer die Fallstrecke  $s$ , desto größer ist die Fallzeit  $t$ .

## Auswertung

Für die gleichmäßig beschleunigte Bewegung gilt die bekannte Weg-Zeit-Beziehung:

$$s = \frac{1}{2}at^2 \quad (1)$$

Hier ist  $a = g$ . Es ergibt sich:

$$g = \frac{2s}{t^2} \quad (2)$$

$s$  : Fallstrecke in m

$t$  : Fallzeit in s

$g$  : Erdbeschleunigung in  $\frac{m}{s^2}$

Mit Hilfe der Gleichung (2) wird aus den Messwerten jeweils die Erdbeschleunigung  $g$  berechnet und auch in Tabelle 1 eingetragen.

Die berechneten Werte für die Erdbeschleunigung werden miteinander verglichen. Es zeigt sich, dass die Erdbeschleunigung  $g$  für verschiedene Höhen konstant ist.

Sie lässt sich mit einer Weg-Zeit-Messung beim freien Fall bestimmen.

Als Mittelwert aller Messungen ergibt sich:  $g = 9,83 \frac{m}{s^2}$

Der Literaturwert der Erdbeschleunigung beträgt:  $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$

Eine Beschleunigung von  $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$  bedeutet, dass sich die Geschwindigkeit um  $g = 9,81 \frac{m}{s}$  pro Sekunde ändert.

*Anmerkungen:*

1. Im Gravitationsfeld der Erde wirkt auf einen Körper eine Kraft. Aufgrund dieser Kraft schweben Körper nicht, sondern werden auf ihre Unterlage gedrückt oder fallen zu Boden.
2. Ein Körper führt streng genommen nur im luftleeren Raum eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung aus. Der Luftwiderstand bewirkt bei großer Fallhöhe, dass ein Körper nur eine feste Maximalgeschwindigkeit erreicht. In diesem Versuch kann der Luftwiderstand jedoch vernachlässigt werden.
3. Der Wert für die Gravitationskraft und damit auch für die Erdbeschleunigung kann in diesem Versuch als konstant angenommen werden. Eigentlich hängt  $g$  von der Entfernung zum Erdmittelpunkt ab.
  - Wegen der Abplattung der Erde ist dieser Abstand für die Pole geringer als für die Äquatorregion. Die Erdbeschleunigung ist somit an den Polen größer.
  - Wegen der Erddrehung wirkt außerdem eine Zentrifugalkraft. Diese verschwindet an den Polen und nimmt zum Äquator hin zu und wirkt der Erdbeschleunigung entgegen.

Für eine andere geographische Breite und andere Höhe über dem Meeresspiegel ergeben sich für  $g$  somit andere Werte. Der Betrag der Erdbeschleunigung schwankt auf Meereshöhe zwischen  $g \approx 9,78 \frac{m}{s^2}$  am Äquator und  $g \approx 9,83 \frac{m}{s^2}$  an den Polen.

Der Literaturwert der Erdbeschleunigung für eine geographische Breite von  $45^\circ$  beträgt:  $g = 9,80665 \frac{m}{s^2}$

Der übliche Näherungswert beträgt:  $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$