

Handreichung

für den Einsatz eines Smartphone-Experiments im Physikunterricht

Inhaltsverzeichnis

VERSUCH: FREIER FALL 1

AUFBAU UND DURCHFÜHRUNG 1

GEFAHRENBEURTEILUNG 2

BESTIMMUNG VON G 3

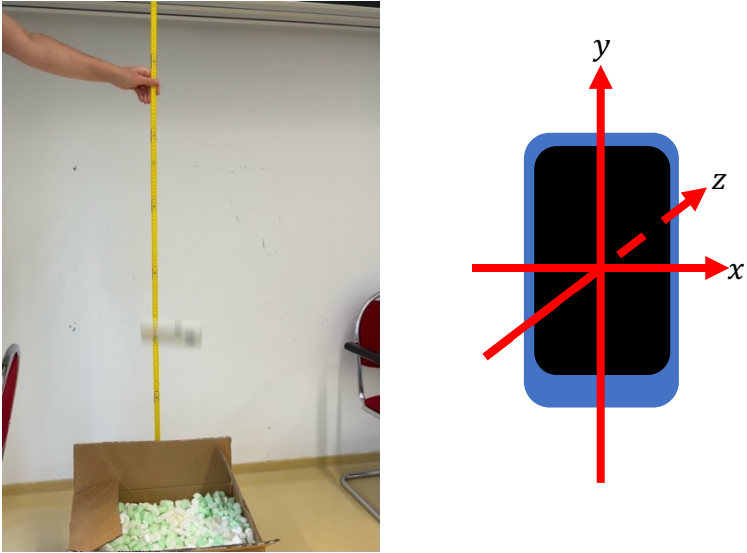
EXEMPLARISCHE ERGEBNISSE 3

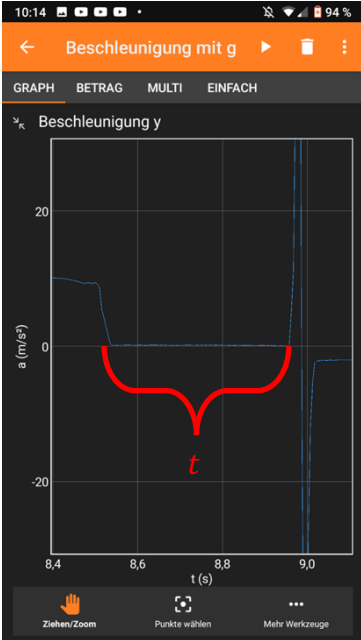
MÖGLICHE UNTERRICHTSPLANUNG 3

BEISPIELAUFGABE(N) 4

Versuch: Freier Fall

Aufbau und Durchführung

„phyphox“-Experiment:	Sensoren => Beschleunigung mit g => Graph (Beschleunigung y)
Materialien:	<ul style="list-style-type: none"> - Smartphone mit Beschleunigungssensor - Auffangkiste gefüllt mit Schaumstoff, etc. - ggf. weiteres Endgerät für Fernzugriff - Gliedermaßstab - Hilfsblätter: <ul style="list-style-type: none"> o Bestimmung der Fallbeschleunigung beim freien Fall mit dem Smartphone
Skizze/Aufbau:	

Hinweise:	<ul style="list-style-type: none"> - gut gepolsterte Kiste nutzen - Smartphone vor dem Fallen für rund 10 s ruhig in Position halten - Smartphone entlang der y – Achse fallen lassen (Luftwiderstand ist ansonsten bemerkbar) - Ableseabweichung: es ist nicht möglich, ein Objekt zu einem Zeitpunkt t fallen zu lassen; dies vollzieht sich über Zeitraum Δt - Fallhöhe $h \geq 1$ m verringert Messunsicherheit - Gliedermaßstab sollte von einer weiteren Person gehalten werden oder an einer Wand bzw. Tafel befestigt sein - Fallhöhe bis zur Polsterung messen
Durchführung:	<ul style="list-style-type: none"> - Messung am Smartphone einschalten (optional: per Fernzugriff) - Smartphone aus definierter Höhe in gepolsterte Kiste fallen lassen (optional: Smartphone in eingeschnittenen Schaumstoffball schieben und diesen fallen lassen) - Smartphone aufheben & Messung ausschalten - Fallzeit = Zeitdauer, bei der die Beschleunigung $a_y = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ 

Gefahrenbeurteilung

Mechanisch: Smartphone könnte neben der Fallkiste aufkommen, wegspringen und gegen das Bein oder auf den Fuß fallen und hierbei ggf. selbst kaputt gehen.

Bestimmung von g

Exemplarische Ergebnisse

$h = 1 \text{ m}$; $u_h \approx 0,005 \text{ m}$ wegen Ableseungenauigkeiten (leicht schief gehaltener Gliedermaßstab, etc.)

t_{Anf} in s	t_{End} in s	t in s	$(\bar{t} - t_i)^2$
8,31	8,74	0,43	0,0001
6,54	6,96	0,42	0,0004
9,68	10,11	0,43	0,0001
7,63	8,10	0,48	0,0016
8,13	8,58	0,45	0,0001

$$\bar{t} = 0,44 \text{ s}; \sigma_t = \sqrt{\frac{(t_1 - \bar{t})^2 + \dots + (t_5 - \bar{t})^2}{5}} \approx 0,03 \text{ s}$$

$$a = \frac{2h}{\bar{t}^2} = 10,33 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$u_a = a \sqrt{\left(2 \frac{\sigma_t}{\bar{t}}\right)^2 + \left(\frac{u_h}{h}\right)^2} = 1,41 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \text{ bzw. als obere Abschätzung: } u_a = a \left(2 \frac{u_t}{\bar{t}} + \frac{u_h}{h}\right) = 1,46 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$a - u_a \leq g \leq a + u_a$$

Mögliche Unterrichtsplanung

Schlagworte:	g -Bestimmung, Freier Fall
Lerngruppe:	9, G, integrierte Sekundarschule (E-Kurs) & Gymnasium
Lernziel des Unterrichts:	Die Schüler*innen können aus experimentellen Daten die Fallbeschleunigung g ermitteln.
Mögliche Struktur des Unterrichts:	<ul style="list-style-type: none"> - Unterrichtsgespräch: <ul style="list-style-type: none"> o aus Klasse 7 Ortsfaktor $g \approx 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ als Proportionalitätsfaktor bekannt: $F_g \approx 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} m$ o nach Newton: $F = a m$ - Hypothese vorgeben: $a_{\text{freier Fall}} = g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ - Experiment & Datenaufnahme erklären, u. a. $h = \frac{a}{2} t^2$ - Durchführung durch Lehrkraft (unter Beteiligung einiger Schüler*innen) - Auswertung durch Schüler*innen via Aufgaben - Rückbezug auf Hypothese im Klassengespräch
Funktion des Experiments	Überprüfung physikalischer Gesetze, Auswerten von Daten, Dokumentation von Versuchen und Daten, Erwerb experimenteller Fähigkeiten

Kompetenz:	<ul style="list-style-type: none">- Untersuchungsergebnisse (auch erwartungswidrige) interpretieren (2.2.2)- Mittelwerte einer Messreihe berechnen (2.2.4)- vorgegebene Verfahren der Mathematik beim Umgang mit Gleichungen, chemischen Formeln, Reaktionsgleichungen, Diagrammen und Tabellen anwenden (2.2.4)- Hypothesen fachgerecht und folgerichtig mit Daten, Fakten oder Analogien begründen bzw. widerlegen (2.3.3)
Format:	Demonstrationsexperiment mit Schüler*innen-Beteiligung, Datenauswertung in Kleingruppen

Beispielaufgabe(n)

Name:

Datum:

Der Ortsfaktor g – nur eine Beschleunigung?

In Klasse 7 hast du gelernt, dass Körper mit der Masse m mit ihrer Gewichtskraft $F_g = g \cdot m$ an einer Feder ziehen, wobei der Ortsfaktor $g \approx 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ mathematisch eine Proportionalitätskonstante ist. In Klasse 9 hast du gelernt, dass nach Newton eine auf die Masse m wirkende Kraft F eine Beschleunigung a verursacht mit $a = \frac{F}{m}$.

Untersucht in Kleingruppen (max. 3 Schüler*innen), ob die Beschleunigung a beim freien Fall dem Ortsfaktor g entspricht.

- Notiert die 5 ermittelten Fallzeiten sowie die Höhe $h = 1 \text{ m}$, aus der das Smartphone in die gepolsterte Kiste gefallen ist.
- Berechnet den Mittelwert \bar{t} der gemessenen 5 Fallzeiten.
- Stellt die Gleichung $h = \frac{a}{2} t^2$ nach a um.
- Berechnet a , indem ihr für $h = 1 \text{ m}$ und für $t = \bar{t}$ einsetzt.
- Berechnet die kombinierte Unsicherheit für die Beschleunigung u_a .
 - Ermittelt zunächst die Unsicherheit der Fallzeit u_t , indem ihr die Differenz der maximalen und minimalen Zeit halbiert: $u_t = \frac{t_{\max} - t_{\min}}{2}$
 - Gibt den Wert der Unsicherheit der Höhenmessung u_h an. Schätzt hierfür ab, auf wieviel mm genau die Höhe gemessen werden konnte.
 - Teilt die Unsicherheiten u_t und u_h durch die jeweilige Bezugsgröße (\bar{t} bzw. h).
 - Addiert die entsprechenden Werte so oft miteinander, wie sie als Punktrechnung in der Gleichung für die Beschleunigung a vorkommen.
 - Multipliziert diesen Wert mit der von euch berechneten Beschleunigung a :
$$u_a = a \left(2 \frac{u_t}{\bar{t}} + \frac{u_h}{h} \right).$$
- Begründet, ob die Beschleunigung a beim freien Fall der Ortsfaktor g ist. Vergleicht hierfür die von euch ermittelte Beschleunigung a und den Ortsfaktor g miteinander. Berücksichtigt auch die Messunsicherheit der Beschleunigung u_a .