

Dokumentation zu den Highspeed-Aufnahmen

Experiment 05: Beschleunigte Sanduhr

Stand: 27.07.2016 // v05

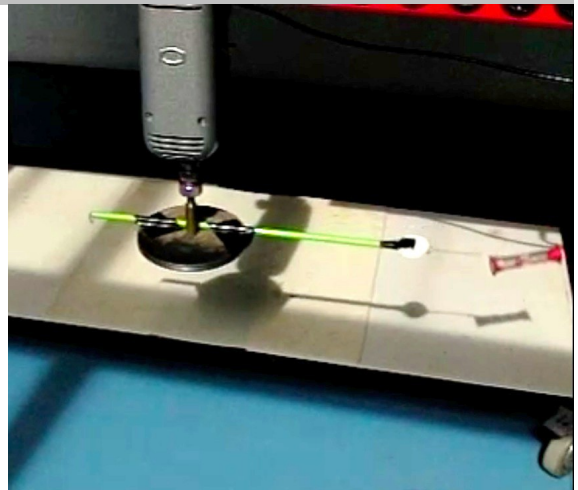
Didaktik der Physik
AG Nordmeier

Experimentalbeschreibung

Eine Sanduhr wurde mittels Schnur (als Aufhängung) und Stab an einem Motor fixiert. Der Stab (im Foto grün) war nötig, um die Uhr nicht nur um die eigenen Achse rotieren zu lassen, sondern auf einer Kreisbahn.

Dieser Versuch wurde fünfmal durchgeführt und mit einer Highspeed-Kamera gefilmt (Casio EXILIM EX-F1).

Zu Beginn wird die Sanduhr so auf dem Arm positioniert, dass sie noch nicht losläuft. Dann wird der Motor gestartet, versetzt die Sanduhr in Rotation und beschleunigt innerhalb der ersten Sekunden auf seine Endgeschwindigkeit.



Dateibeschreibung

Auswertung.xls	Excelltabelle in der alle fünf Videos analysiert wurden. Dabei wurde einerseits gemessen, nach wie vielen Bildern (entspricht der Zeit) die Sanduhr abgelaufen war und auch die Umlaufzeit der Sanduhr sowie die Zentripetalbeschleunigung, die auf die Sanduhr wirkt.
Detail_1.mp4	Fünf Aufnahmen mit Highspeed aufgenommen bei 300 Bildern pro Sekunde (300 fps). Wenn die Videos in einem Standardplayer abgespielt werden, wird das Video mit 30 Bildern pro Sekunde abgespielt. D. h. das Video stellt die Realität um Faktor 10 verlangsamt dar. Konkret hat z. B. das Video Detail_1.mp4 eine angezeigte Dauer von 76 Sekunden. Das Experiment, das abgefilmt wurde, hat dann nur 7,6 Sekunden gedauert.
Detail_2.mp4	
Detail_3.mp4	
Total_1.mp4	
Total_2.mp4	

Größenbeschreibung

Durchlauf	Wie oft die Sanduhr eine Umdrehung durchführt.
Frame	Es wurde gezählt, bei welchem Bild (Frame) die Sanduhr an einer bestimmten Markierung (in diesem Fall die weiße Kante im Video) vorbeigekommen ist.
Zeit [s]	Zeit des zugehörigen Frames, absolut vom Start aus gesehen
Umlaufzeit [s]	Zeit, die der Umlauf gedauert hat
ω [1/s]	Zugehörige durchschnittliche Winkelbeschleunigung (berechnet als Mittelwert pro Umlauf)
v [m/s]	Zugehörige durchschnittliche Bahngeschwindigkeit (berechnet als Mittelwert pro Umlauf)
$a_{\text{zentripetal}}$ [m/s ²]	Zugehörige durchschnittliche Zentripetalbeschleunigung pro Umlauf

Experiment 05: Beschleunigte Sanduhr

Daten

Ruhedurchlaufzeit der im Video verwendeten Sanduhr: $T_{\text{Ruhe}} = (59 \pm 3) \text{ s}$
 Abstand Drehachse bis zur Verjüngung der Sanduhr: $R = (42 \pm 1) \text{ cm}$

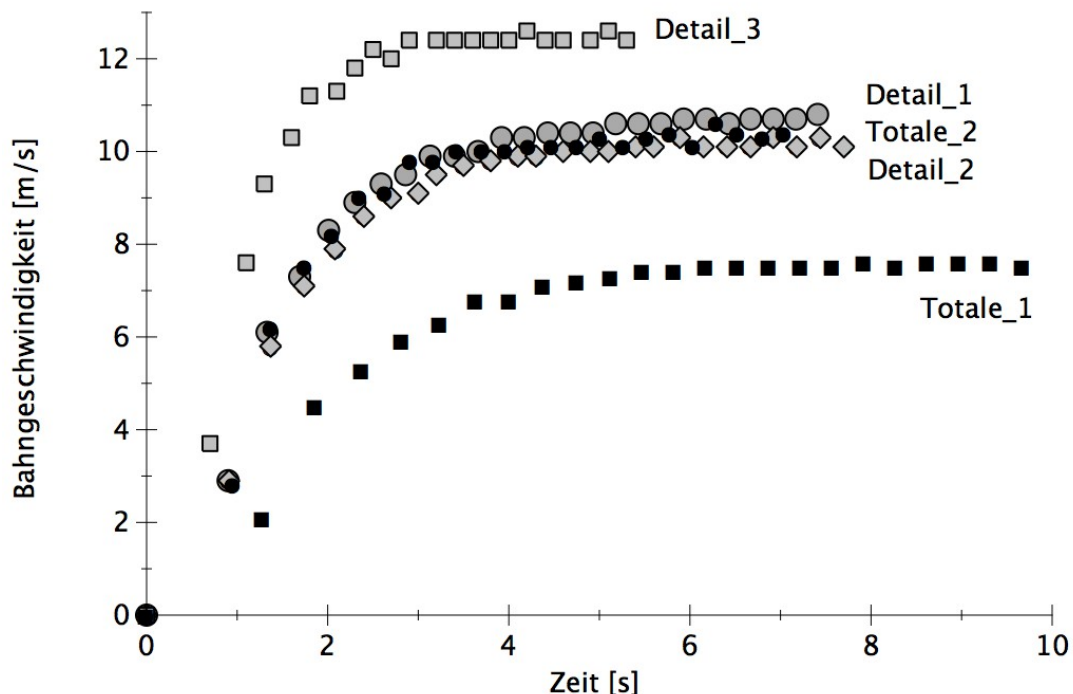
Hinweise zur Auswertung

Um die Videos mit Schüler_innen auszuwerten, können kostenlose Programme wie Viana.net oder avidemux genutzt werden, die direkt die Framezahl ausgeben.

Datenauswertung (zusammengefasst)

Video	Detail_1.mp4	Detail_2.mp4	Detail_3.mp4	Total_1.mp4	Total_2.mp4
vollständige Umläufe bis Sanduhr durchgelaufen ist	25	25	21	23	23
Durchlaufzeit	7,41 s	7,70 s	5,28 s	9,66 s	7,04 s
zugehörige Zentripetalbeschleunigung (gerundet)	190 m/s ²	180 m/s ²	260 m/s ²	90 m/s ²	180 m/s ²

Hierbei wird allerdings nicht die ca. zwei-sekündige Beschleunigungszeit zu Beginn berücksichtigt, sondern lediglich über die gesamte Zeit ein Wert gebildet. Die real aufgetretenen Zentripetalbeschleunigungen bei voller Geschwindigkeit sind folglich höher. Im Diagramm ist der zeitliche Verlauf der Geschwindigkeit für die fünf Videos dargestellt:



Hier bietet es sich an, in die Diskussion über Messwerte und deren Bedeutung einzusteigen.