

FADEN- UND FEDERPENDEL

Referat Physik LK Q2 Herr Bönsel

Smartphone-Experimente zur harmonischen Pendelschwingung
nach phyphox



Inhaltliche Punkte

- Harmonische Pendelschwingungen
- Fadenpendel
 - *Theorie*
 - *Aufbau*
 - *Ergebnis*
- Federpendel
 - *Theorie*
 - *Aufbau*
 - *Ergebnis*
- Fazit

Harmonische Pendelschwingungen

- Definition der harmonischen Schwingung
 - *Die Bewegung des schwingenden Körpers stimmt mit der Projektion einer Kreisbewegung*
 - *Die rücktreibende Kraft auf den schwingenden Körper ist entgegengesetzt gerichtet und betraglich proportional zur Auslenkung des Körpers aus der Ruhelage*
- Zeit-Orts-Gesetz
 - $y(t) = \hat{y} \cdot \sin(\omega \cdot t)$
-
- Zeit-Geschwindigkeits-Gesetz
 - $y(t) = \hat{y} \cdot \sin(\omega \cdot t)$
 - $v(t) = \hat{v} \cdot \cos(\omega \cdot t) \Rightarrow v(t) = \hat{y} \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot t)$
- Zeit-Beschleunigungs-Gesetz
 - $a(t) = -\hat{a} \cdot \sin(\omega \cdot t) \Rightarrow a(t) = -\hat{y} \cdot \omega^2 \cdot \sin(\omega \cdot t)$

$$F_{\text{rück}}(s) = -D \cdot s$$

(Lineares Kraftgesetz)



Fadenpendel: Theorie

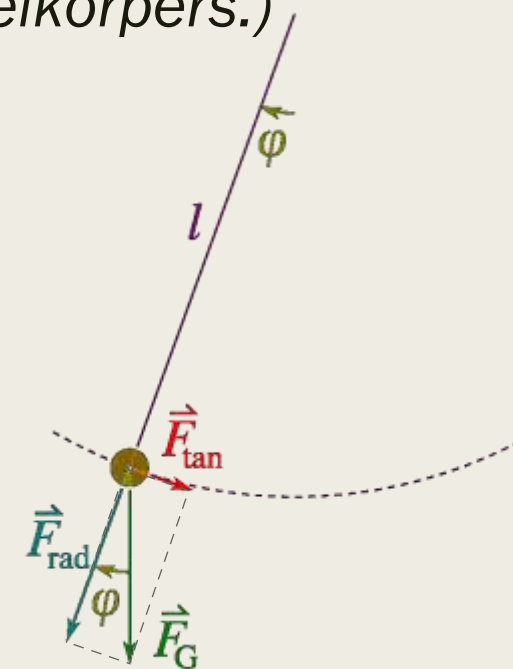
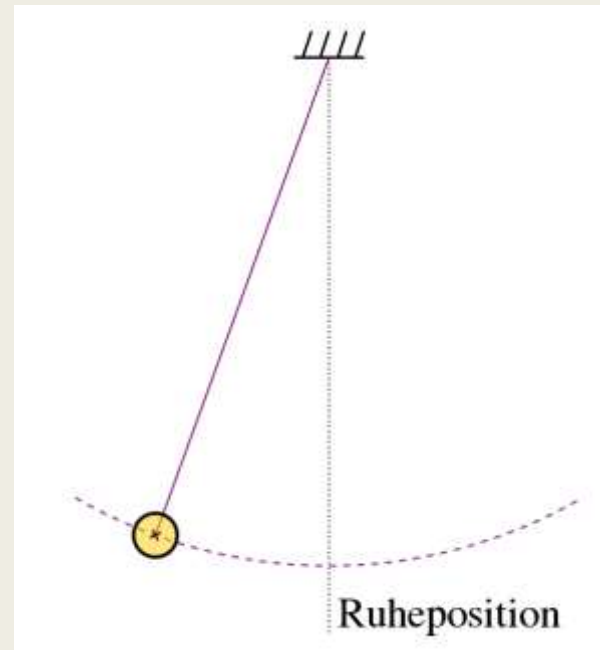
- Ein Fadenpendel mit einem Faden der Länge l schwingt bei kleinen Auslenkungen harmonisch mit der Zeit-Ort-Funktion $x(t)=x_0 \cdot \cos(\omega_0 \cdot t)$ mit $\omega_0 = \sqrt{g/l}$

$$x(t) = x_0 \cdot \cos(\omega_0 \cdot t) \text{ mit } \omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

- Die Schwingungsdauer berechnet sich durch $T=2\pi \cdot \sqrt{l/g}$
 – (unabhängig von der Masse des Pendelkörpers.)

$$T = \frac{2 \cdot \pi}{\omega}$$

$$T = \frac{2 \cdot \pi}{\sqrt{\frac{g}{l}}} = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$$



Fadenpendel: Aufbau

- Aufgabe: Miss die Frequenz eines Pendels and einem Faden. Du kannst so die Erdbeschleunigung bestimmen.



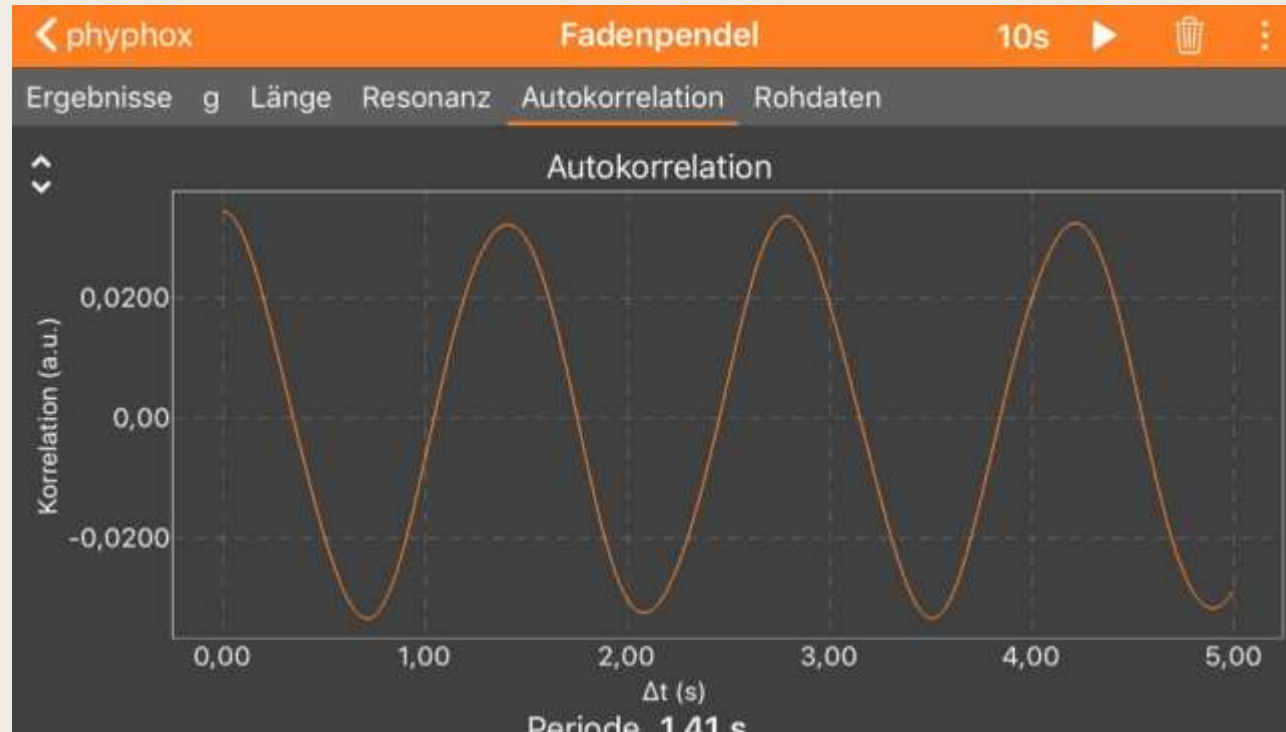
← Konkreter
Aufbau



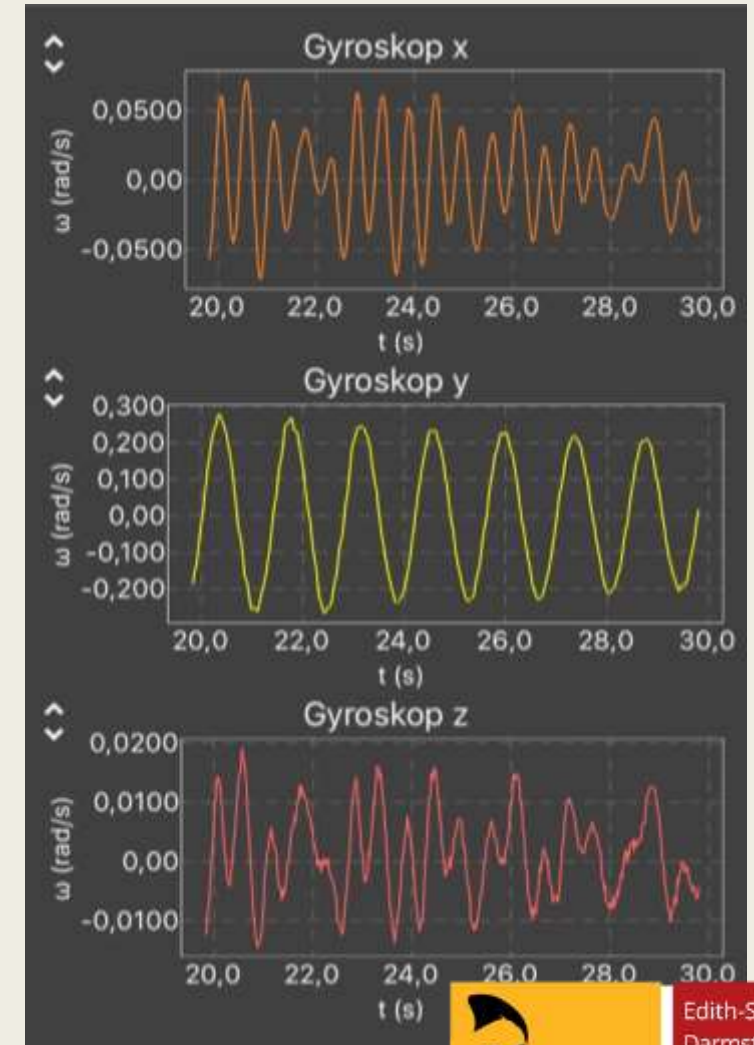
← Video
Ausschnitt

Fadenpendel: Ergebnis Teil 1

Autokorrelation



Rohdaten



Fadenpendel: Ergebnis Teil 2

Bestimmung von der Gewichtskraft (g)

Periode **1,41** s
Frequenz **0,71** Hz
Länge cm
g **10,20** m/s²

Hier kannst du die Länge deines Pendels (vom Drehpunkt zum Schwerpunkt) eingeben und darüber die Erdbeschleunigung g bestimmen.



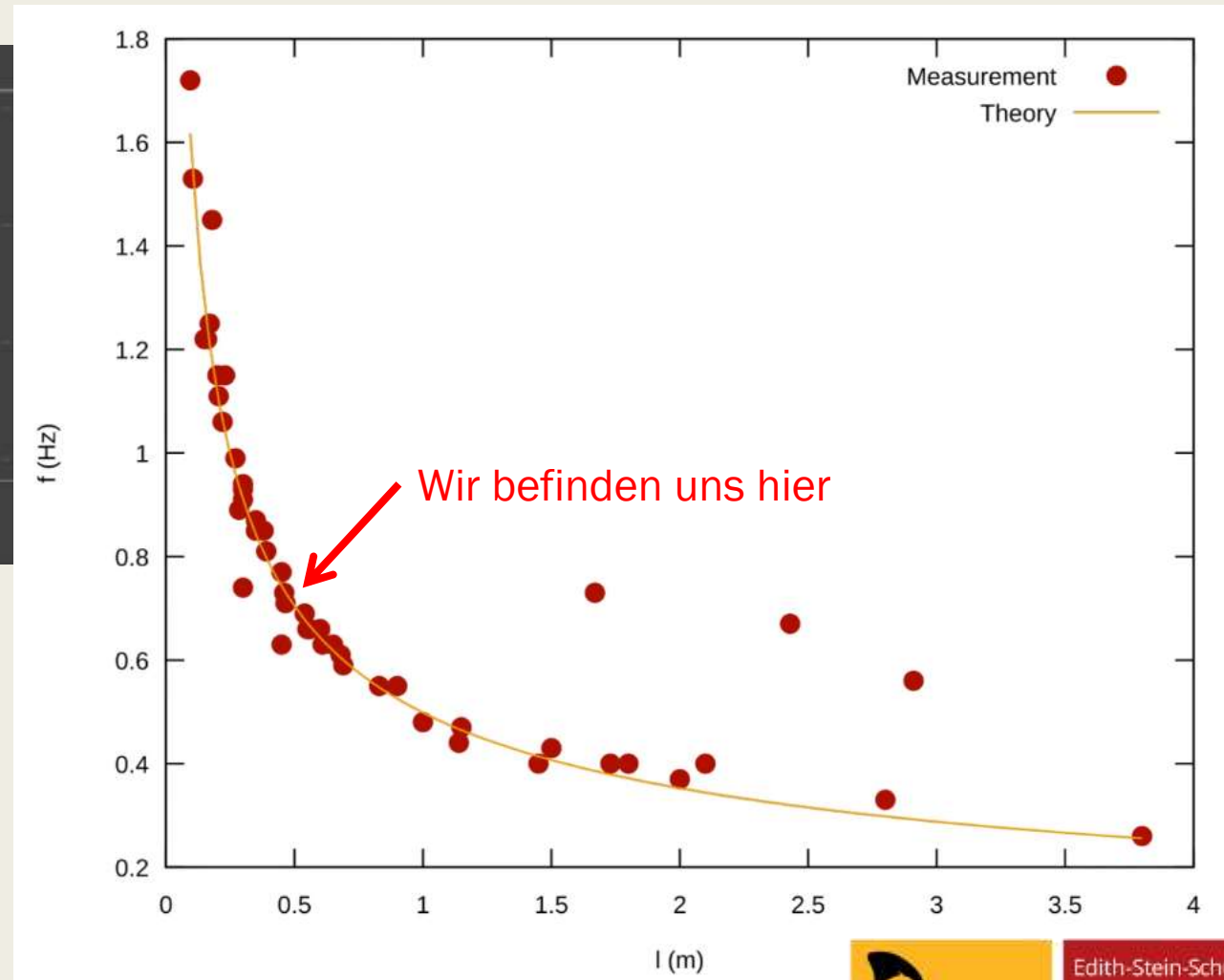
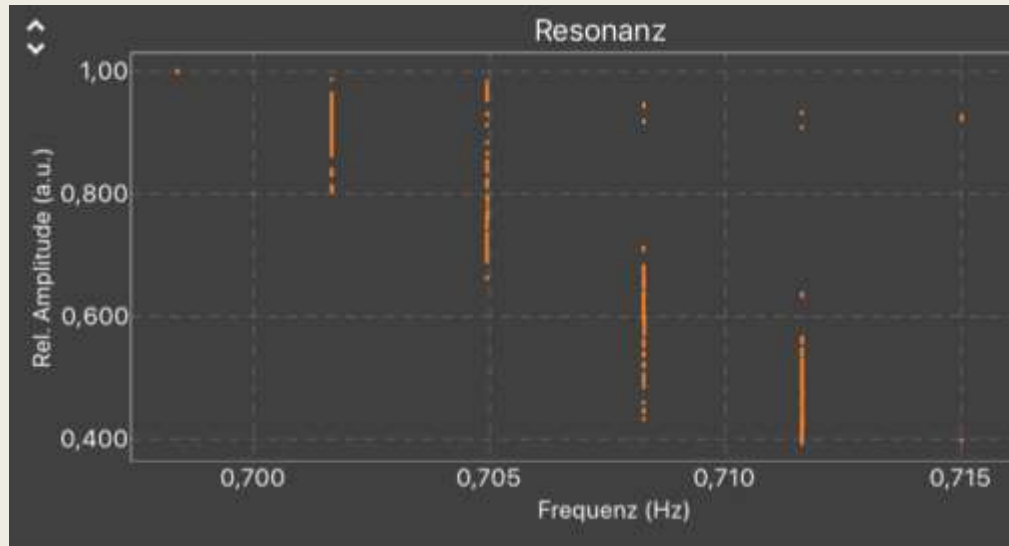
Bestimmung von der Länge(l)

Periode **1,41** s
Frequenz **0,71** Hz
Länge **49,07** cm

Hier kannst du die Länge deines Pendels (vom Drehpunkt zum Schwerpunkt) bestimmen unter der Annahme $g = 9.81 \text{ m/s}^2$.

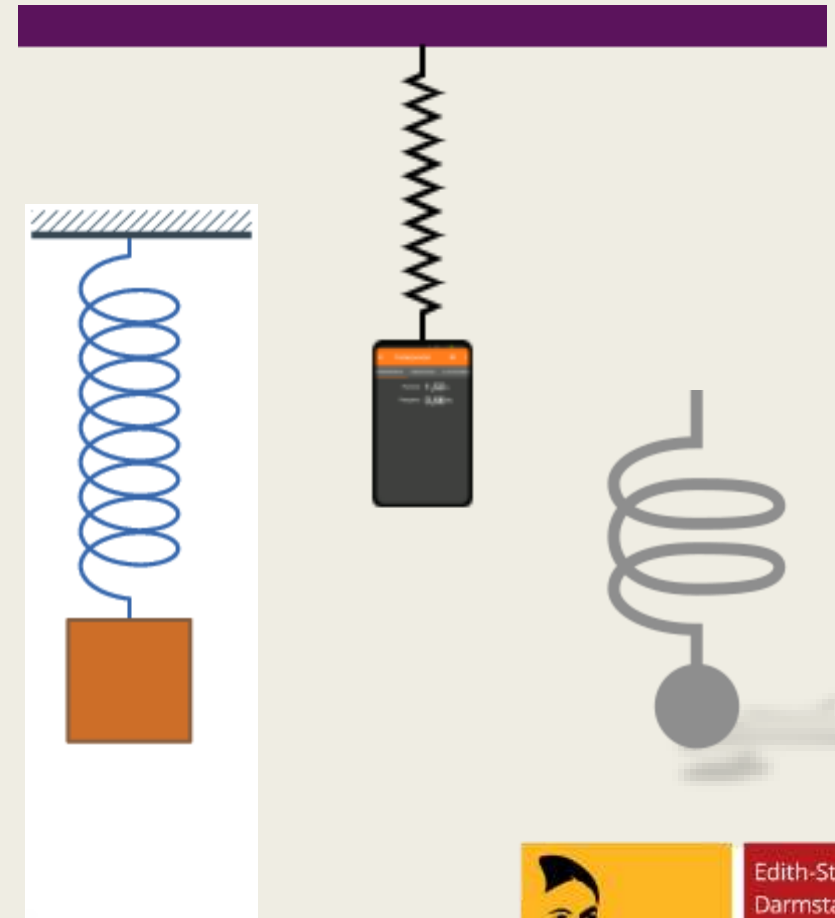


Fadenpendel: Ergebnis Teil 3



Federpendel: Theorie

- Aufgabe: Bestimme die Abhängigkeit der Schwingungsdauer T von der Masse m des Pendelkörpers und der Federkonstanten D eines Federpendels experimentell entwickeln.
- Die App bestimmt dabei die Schwingungsdauer T bzw. die Frequenz f .



Federpendel: Aufbau



← Konkreter
Aufbau

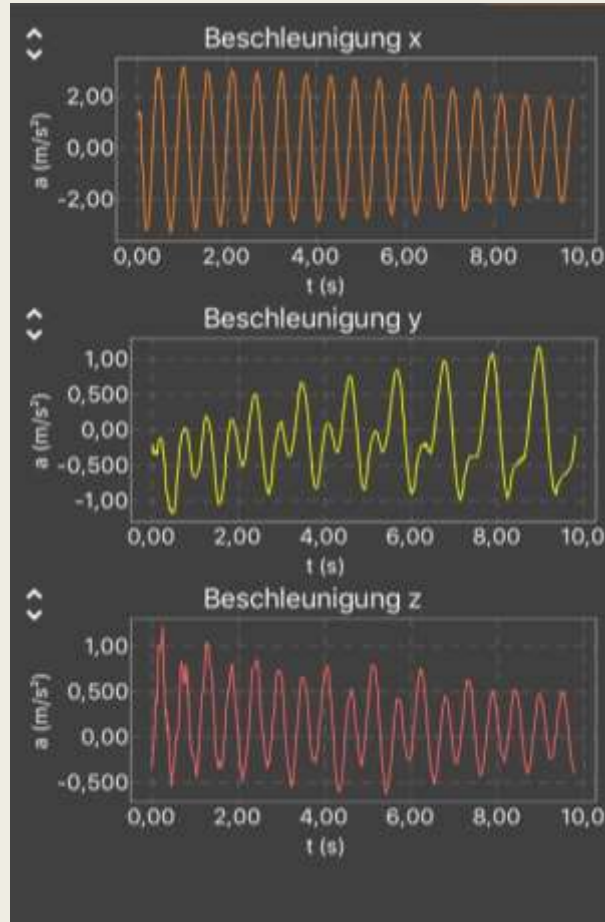


← Video
Ausschnitt

Federpendel: Ergebnis Teil 1

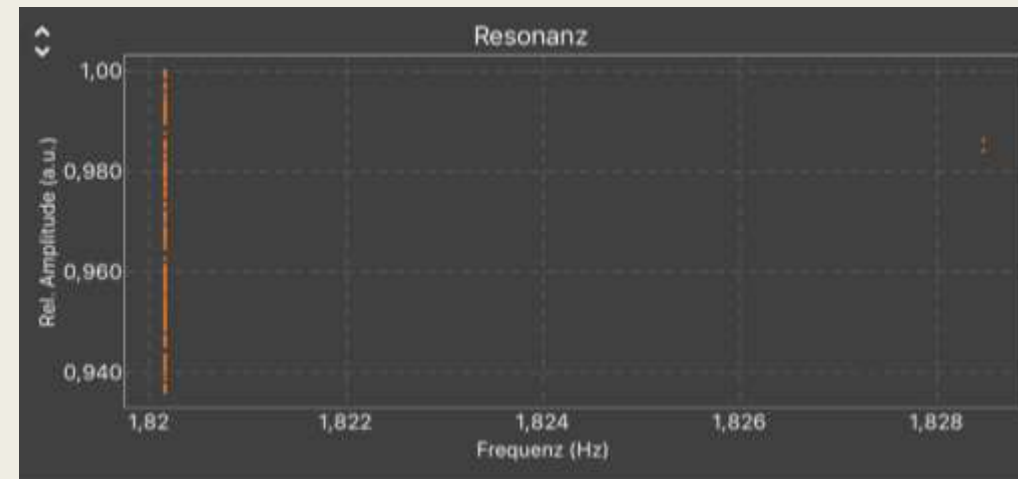
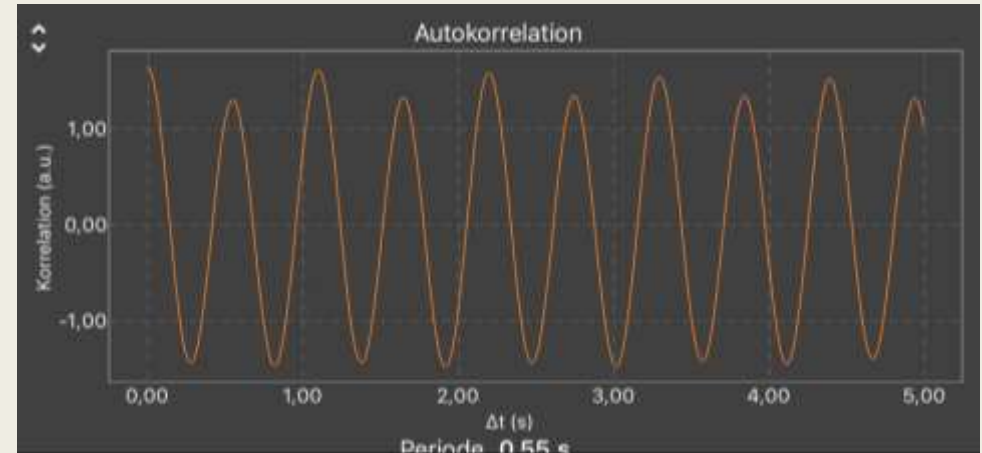
Autokorrelation

Rohdaten



Bestimmung von der
Periode und Frequenz

Periode **0,55 s**
Frequenz **1,82 Hz**



Federpendel: Ergebnis Teil 2

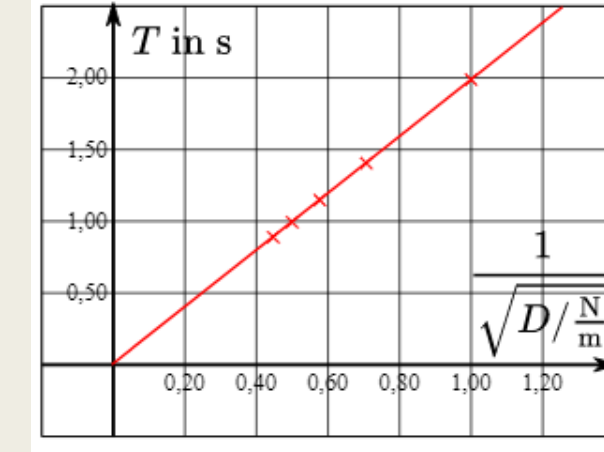
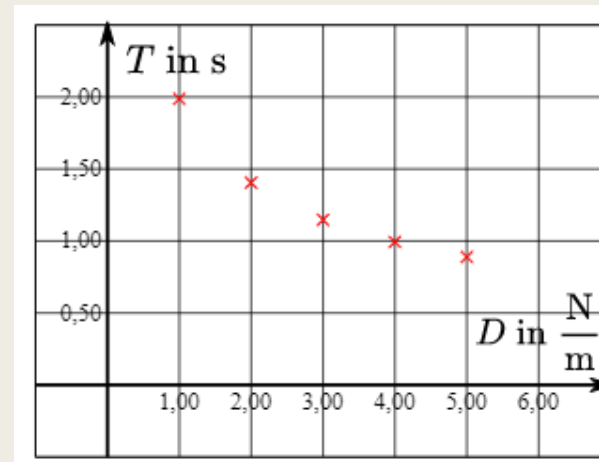
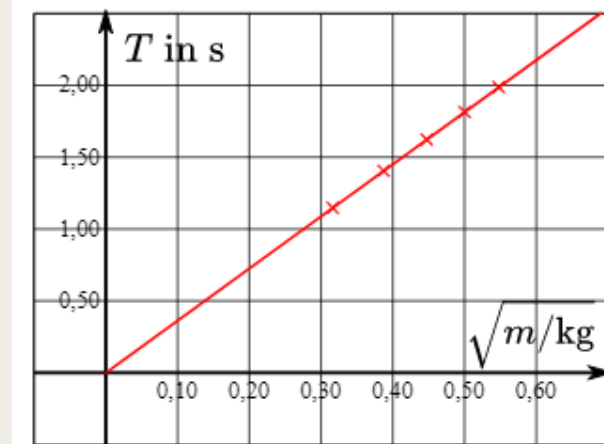
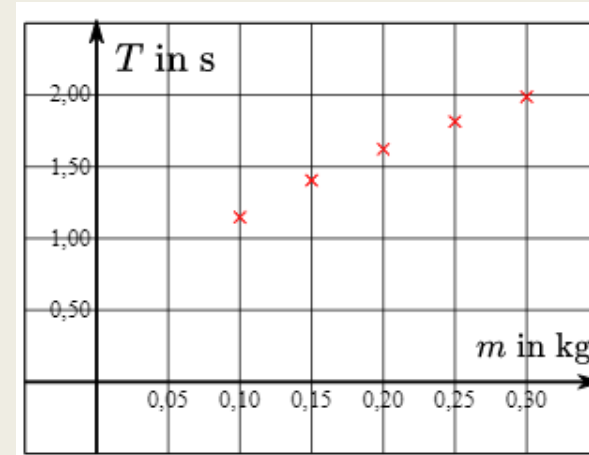
- Bestätigung des Zusammenhangs $T \sim \sqrt{m}$
 - m - T Diagramm
 - Linearisiere des m - T -Diagramm ($D=\text{const}$)

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{D}} = 2 \cdot \pi \cdot \frac{1}{\sqrt{D}} \cdot \sqrt{m} \sim \sqrt{m}$$

- Bestätigung des Zusammenhangs $T \sim 1/\sqrt{D}$
 - D - T Diagramm
 - Linearisieren des D - T -Diagramm

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{D}} = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{m} \cdot \frac{1}{\sqrt{D}} \sim \frac{1}{\sqrt{D}}$$

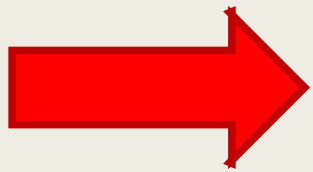
(wenn $m = \text{const.}$)



Federpendel: Ergebnis Teil 3

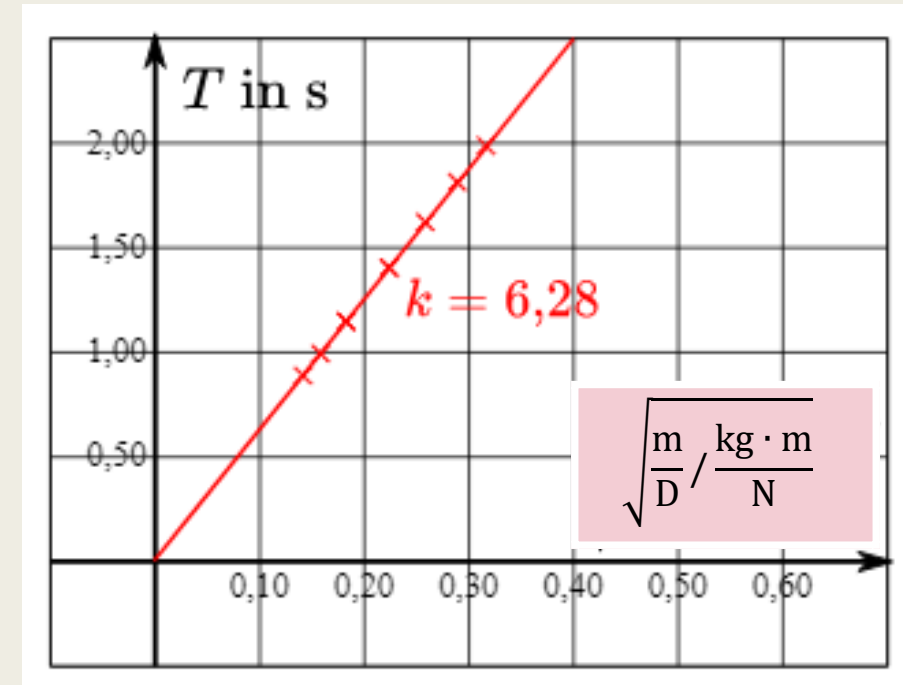
- Bestätigung des konstanten Faktors $2 \cdot \pi$

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{D}}$$



$$k = 6,28 \approx 2 \cdot \pi,$$

q.e.d



Fazit

- Leichte praktische Anwendung
- Gute Beispiele
- Direktes Verständnis der Physik
- Interessante Vertiefung der Theorie in die Praxis
- Macht auch Spaß ;)

Quellen

- <https://www.leifiphysik.de/mechanik/mechanische-schwingungen/grundwissen/harmonische-schwingungen>
- <https://phyphox.org/de/experiment/fadenpendel/>
- <https://www.leifiphysik.de/mechanik/mechanische-schwingungen/versuche/fadenpendel-smartphone-experiment-mit-phyphox>
- https://www.youtube.com/watch?v=q3_m1JW1ttQ
- <https://phyphox.org/de/experiment/federpendel/>
- <https://www.leifiphysik.de/mechanik/mechanische-schwingungen/versuche/federpendel-fuer-experten-smartphone-experiment-mit-phyphox>
- https://www.youtube.com/watch?v=IJ_x9GJ3UPw
- https://de.wikipedia.org/wiki/Mathematisches_Pendel
- Metzler Physik J. Grehn, J. Krause (Metzler) (S.112f)

Vielen Dank für eure Aufmerksamkeit
Habt ihr noch Fragen?