

Name:
PartnerIn in Crime:
Datum:
Versuch: mechanische Schwingungen 1121B

Einleitung:

Ein System befindet sich zunächst in einer Ruhelage. Es wird solange darin verweilen, bis es aufgrund einer Störung aus der Ruhelage ausgelenkt wird. Rücktreibende Kräfte (Rückstellkräfte) versuchen das System wieder in ihre Ruhelage zurückzubringen. Ist die Ruhelage erreicht, schwingt das System aufgrund seiner Massenträgheit weiter darüber hinaus. Der Vorgang wiederholt sich in umgekehrter Richtung, bis eine Schwingungsdauer abgelaufen ist. Der Vorgang kann sich periodisch wiederholen und wird als mechanische Schwingung (Oszillation) bezeichnet.

Hier einige Grundbegriffe zur Beschreibung der mechanischen Schwingung:

Auslenkung:

gibt die momentane Entfernung x des Oszillators von seiner Ruhelage, zeitabhängig

Amplitude:

größte Auslenkung des Oszillators aus seiner Ruhelage, eine Konstante

Perioden-/Schwingungsdauer T :

die Zeit, die benötigt wird, und eine Schwingungsperiode zu durchlaufen

$$T = \frac{1}{f} = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{D}} \text{ [s]}$$

Frequenz f :

gibt an, wie häufig sich ein regelmäßiger Vorgang wiederholt, d.h. in diesem Falle die Anzahl der Perioden pro Sekunde

$$f = \frac{1}{T} = T^{-1} = s^{-1} \text{ [Hz]}$$

Winkelgeschwindigkeit, Winkel-/Kreisfrequenz ω :

gibt an, wie schnell sich ein System um den Ursprung bewegt

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \cdot f = \frac{\varphi}{t} \text{ [} \frac{\text{rad}}{\text{s}} \text{]}$$

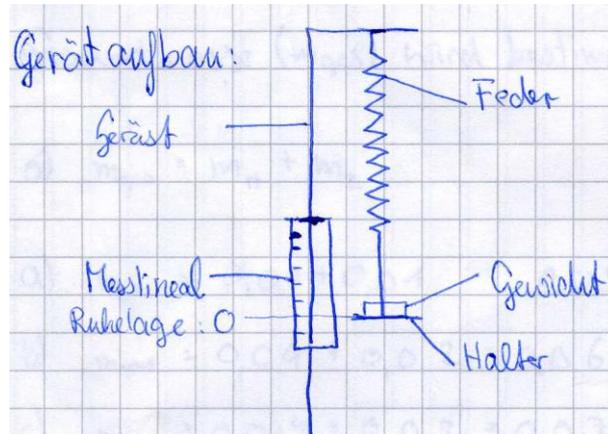
Federkonstante:

Korrelation zwischen der Auslenkung der Feder x und der daraus resultierenden Kraft (Zug-/Druckkraft)

$$D = \frac{F}{s} = \frac{4\pi^2 m}{T^2} \text{ [} \frac{\text{N}}{\text{m}}, \frac{\text{kg}}{\text{s}^2} \text{]}$$

Versuch 1: Federpendel

Versuchsaufbau:



Versuchsvorbereitung & -durchführung:

1. Bestimmung der Masse vom Federpendel und vom Halter

$$\text{Federpendel: } \frac{1}{3}m_F = \frac{1}{3} \cdot 17g = 0,0057kg$$

$$\text{Halter: } m_H = 0,04kg$$

2. Gewichte werden in 10g Schritten auf den Halter gelegt (m_z =Zusatzmasse)
3. Feder wird gespannt und die Schwingungsdauer wird für 25 Perioden bestimmt

Perioden	m_z in kg	T_{25} in s	T^2 in s^2	$m_{\text{ges}}=m_H+m_z$ in kg
25	0,01	10	0,16	0,05
25	0,02	11,5	0,21	0,06
25	0,03	12,5	0,25	0,07
25	0,04	13	0,27	0,08
25	0,05	14	0,31	0,09
25	0,1	17	0,46	0,14

Die Tabelle mit der Beschriftung „ T^2 in s^2 “ wird folgendermaßen gerechnet: $T^2 = \left(\frac{T_{25}}{25}\right)^2$. Dabei ist T_{25} der Wert entnommen aus der Tabelle nebenan mit der Beschriftung „ T_{25} in s “.

4. „ T^2 in s^2 “ versus m_{ges} wir in Graph 1 aufgetragen. Daraus wird die effektive Federmasse m_{eff} abgelesen

$$\text{abgelesener Wert: } m_{\text{eff}} = -9g$$

5. Die Federmasse wird nur mit $\frac{1}{3}$ in die Gesamtmasse eingerechnet, weshalb der abgelesener Wert mit 3 multipliziert wird.

$$m_{\text{eff}} = -9g \cdot 3 = 27g$$

6. Steigung der Gerade

$$a = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{\Delta T^2}{\Delta m} = \frac{T_2^2 - T_1^2}{m_2 - m_1} = \frac{0,29 - 0,175}{90 - 50} = \frac{0,115}{40} = 2,875 \cdot 10^{-3} = 0,002875 \frac{s^2}{g}$$

7. Bestimmung der Federkonstante D

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

$$T^2 = 4\pi^2 \cdot \frac{m}{D}$$

$$T^2 \cdot D = 4\pi^2 \cdot m$$

$$D = \frac{4\pi^2 m}{T^2}$$

Steigung $a=0,002875$ g wird eingesetzt

$$D = \frac{4\pi^2 m}{T^2} = \frac{4\pi^2}{0,002875} \frac{g}{s^2} \approx 13731,62 \frac{g}{s^2} \approx 13,73162 \frac{kg}{s^2} \approx 13,73162 \frac{N}{m}$$

8. prozentuale Abweichung:

$$m_{\text{real}} = 17 \text{ g}$$

$$m_{\text{eff}} = 27 \text{ g}$$

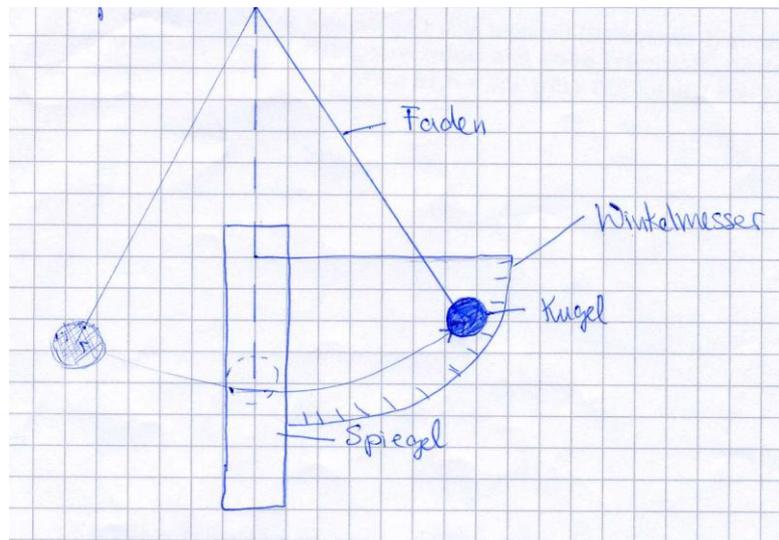
➤ 10 g Abweichung, d.h. 58% Abweichung

Fehlerdiskussion:

Da m_{eff} kleiner ist als m_{real} , muss davon ausgegangen werden, dass die reale Steigung (a_{real}) kleiner sein muss als der errechnete Wert. Das hohe Maß an Abweichung liegt wahrscheinlich größtenteils an die Ungenauigkeit der Instrumente bzw. das ungenaue Messen beim Ablesen und Zeitmessen.

Versuch 2: Fadenpendel

Versuchsaufbau:



Versuchsvorbereitung & -durchführung:

1. Länge des Fadens (l_F in cm) wird bestimmt
2. Radius der Kugel wird gemessen

$$r_K = 1,5\text{cm}$$

3. Auslenkwinkel (φ) wird festgelegt

$$\varphi = 10^\circ$$

4. Pendellänge l_p wird bestimmt

^p

$$l_p = l_F + r_K$$

5. Fadenpendel wird in Schwingung gebracht
6. Schwingungsdauer T wird gemessen

l_F in cm	l_p in cm	φ in °	Schwingungszahl	T_{50} in s	T^2 in s ²
65,5	67	10	50	80	2,56
72	73,5	10	50	84	2,82
76	77,5	10	50	86,6	3,00
87	88,5	10	50	91,2	3,33
95	96,5	10	50	98,8	3,90

Die Tabelle mit der Beschriftung „ T^2 in s²“ wird folgendermaßen gerechnet: $T^2 = \left(\frac{T_{50}}{50}\right)^2$. Dabei ist T_{50} der Wert entnommen aus der Tabelle nebenan mit der Beschriftung „ T_{50} in s“.

7. T^2 versus l_p wird in Graph 2 aufgetragen

8. Bestimmung der Schwerefeldstärke g , dabei ist m die Steigung der Graphen

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{2,95 - 0}{76 - 0} = \frac{2,95}{76} \approx 0,0388 \frac{s^2}{cm} \approx 3,88 \frac{s^2}{m}$$

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

$$T^2 = 4\pi^2 \cdot \frac{l_P}{g}$$

$$T^2 \cdot g = 4\pi \cdot l_P$$

$$g = \frac{4\pi^2 l_P}{T^2} = \frac{4\pi^2}{3,88} \approx 10,17 \frac{m}{s^2}$$

9. prozentuale Abweichung:

$$g_{\text{theo}} = 9,81 \frac{m}{s^2}$$

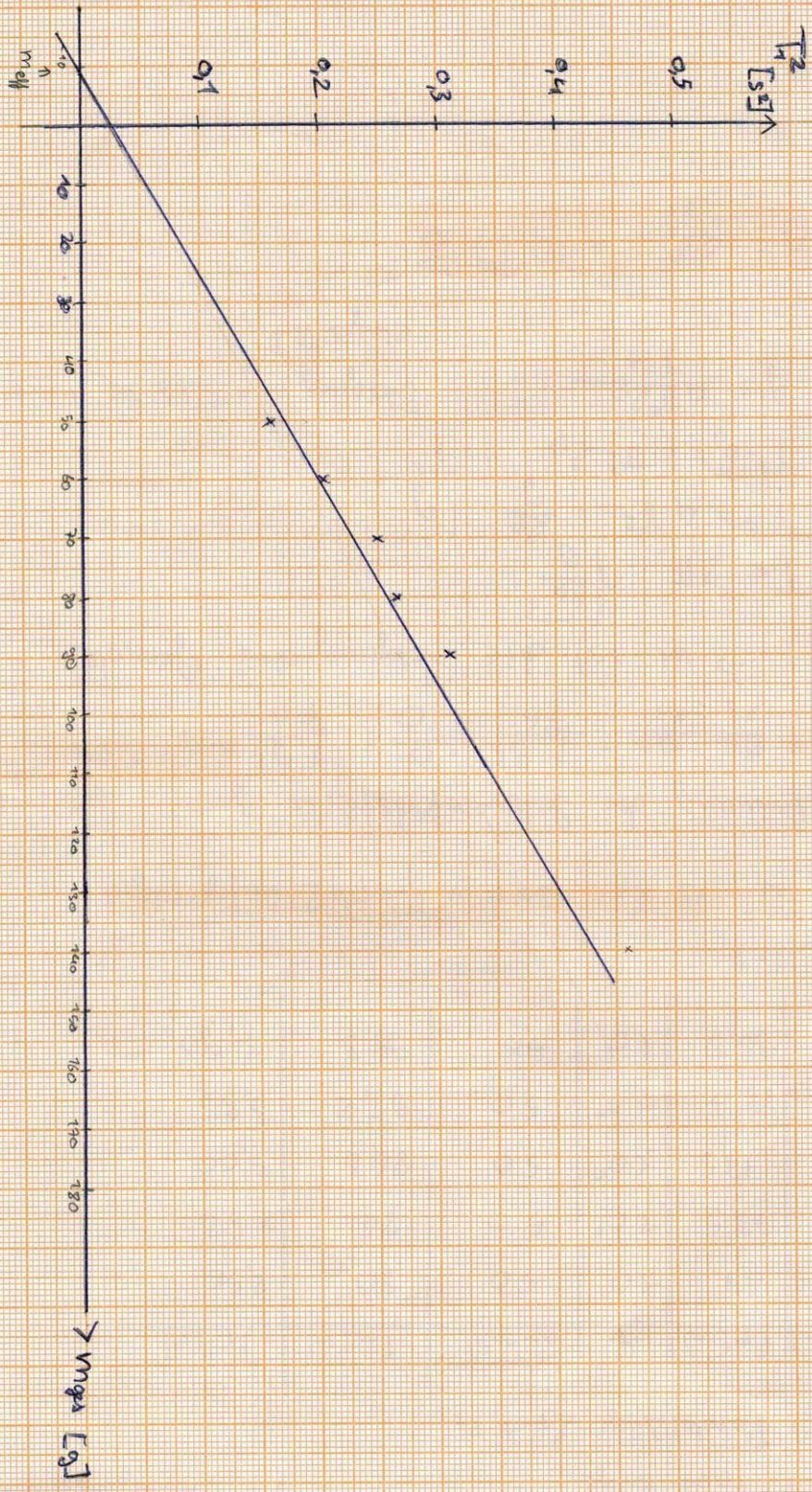
$$g_{\text{exp}} = 10,17 \frac{m}{s^2}$$

➤ 3,67% Abweichung

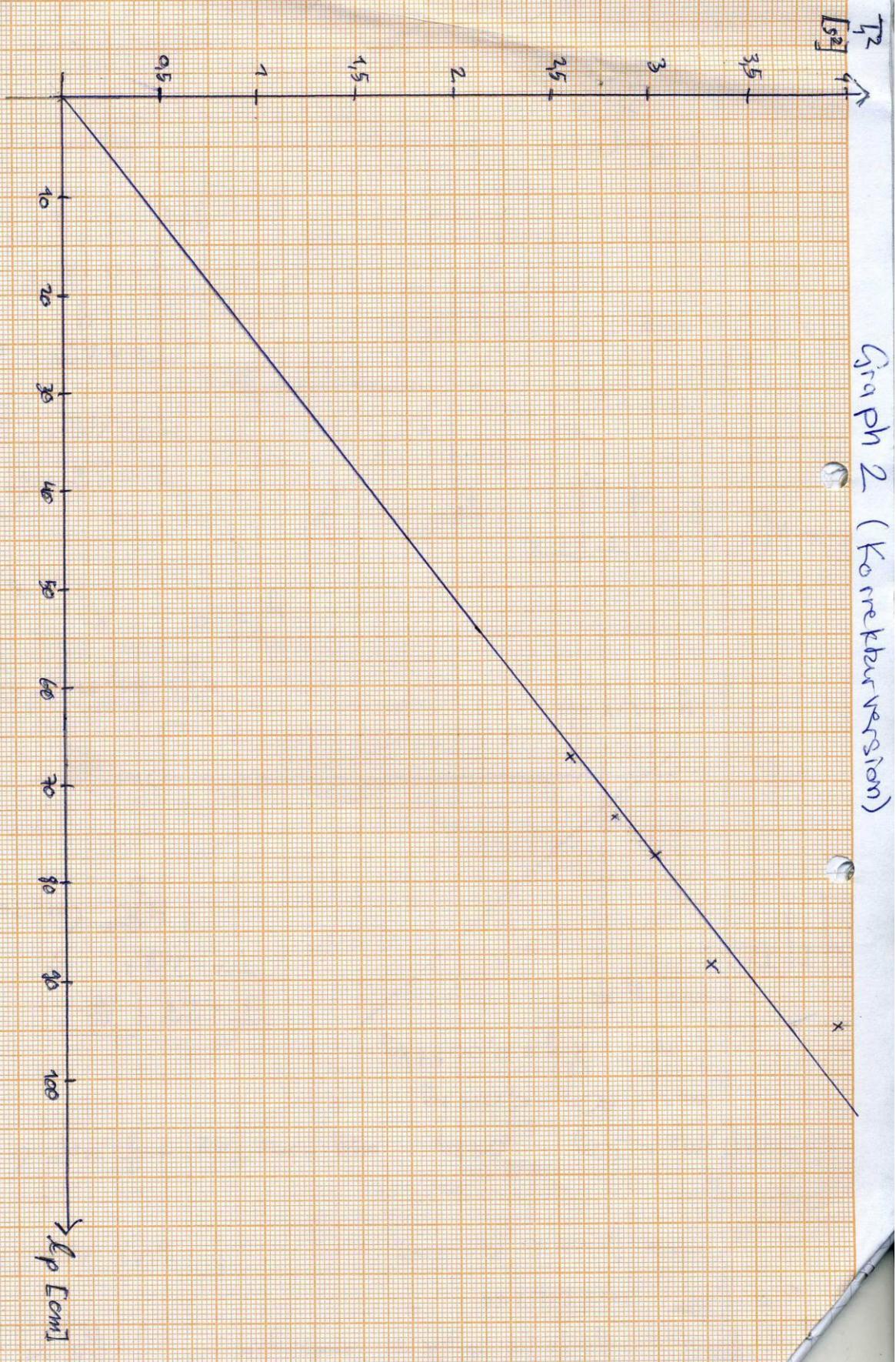
Fehlerdiskussion:

Die prozentuale Abweichung von 3,67% ist geringfügig groß. Mögliche Fehlerquellen wären das ungenaue Messen der Zeit, der Länge oder gar die Ungenauigkeit beim Zeichnen des Graphen 2.

Graph 1 (Korrekturversion)



Graph 2 (Korrekturversion)



Formelsammlung für die Klausur:

$$T = \frac{1}{f} = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{D}} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l_p}{g}} \text{ [s]}$$

$$f = \frac{1}{T} = T^{-1} = s^{-1} \text{ [Hz]}$$

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \cdot f = \frac{\varphi}{t} \text{ [rad/s]}$$

$$D = \frac{F}{s} = \frac{4\pi^2 m}{T^2} \text{ [N/m, kg/s}^2\text{]}$$

$$g = \frac{4\pi^2 l_p}{T^2} \text{ [m/s}^2\text{]}$$