

Fachprüfung 4 3212 Physik

Sommersemester 2021

für Axel Mustermann

24.08.2021

Hinweise:

- Während der Klausur erfolgt eine Überwachung in dem begleitenden WebEx-Meeting. Eine **Teilnahme an dem WebEx-Meeting** mit eingeschalteter Kamera ist für die Teilnahme an der Prüfung **obligatorisch**.
- Hilfsmittel:
 - Nicht-programmierbarer Taschenrechner
 - Formelsammlung und papierbasierte Materialien
- Schreiben Sie handschriftlich Ihre Lösungen auf weißem Blanko-Papier. Bitte schreiben Sie deutlich lesbar mit einem permanenten Stift (möglichst in Schwarz, kein Bleistift).
- Bitte nummerieren Sie Ihre Lösungen entsprechend der Aufgabenstellung. Streichen Sie nicht zu wertende Lösungsteile deutlich durch.
- Scannen Sie diese Blätter am Ende der Klausur ein. Die eingescannten Lösungen laden Sie dann in dem Klausurobjekt hoch.
- Zum Bestehen der Klausur sind 50% der Punkte erforderlich. Auf die Klausurleistung werden maximal 10% Bonus angerechnet (10% Bonus entspricht 10 Bonuspunkten).

Aufgabe	Punkte
1. Aufgabe	15
2. Aufgabe	15
3. Aufgabe	15
4. Aufgabe	15
Summe	60

Viel Erfolg!

1. Aufgabe

(15 P)

Ein elektrischer Zug mit einem Gewicht von 111 t fährt auf einer waagerechten Strecke mit $107 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Für 17 s fällt der Strom aus. Durch die Reibungskraft wird der Zug gebremst.

- (a) Ermitteln Sie die für diese Situation zugehörige Reibungszahl anhand der nachfolgenden Tabelle und begründen Sie Ihre Auswahl.

Stoffe	Haftreibungszahl	Gleitreibungszahl	Rollreibungszahl
Holz auf Holz	0,6	0,5	-
Stahl auf Stahl	0,15	0,10	0,002
Stahl auf Eis	0,03	0,01	-
Luftreifen auf Asphalt	0,55	0,3	0,02

- (b) Berechnen Sie die Reibungskraft und die daraus resultierende Bremsbeschleunigung während des Stromausfalls.
- (c) Welche Geschwindigkeit hat der Zug am Ende des Stromausfalls in km/h?
- (d) Welche Strecke legt der Zug während des Bremsvorgangs zurück?

2. Aufgabe

(15 P)

Ein Fadenpendel an einem 28 cm langen Faden wird um den Winkel 15° ausgelenkt und losgelassen. Am tiefsten Punkt der Bewegung trifft das Pendel mit der Masse 127 g zentral auf eine Kugel mit der Masse 25 g, welche durch den Stoß wegrollt. Betrachten Sie bitte den Idealfall eines voll elastischen Stoßes.

Berechnen Sie, mit welcher Geschwindigkeit die Kugel wegrollt und bis zu welchem Winkel das Pendel wieder zurückschwingt.

3. Aufgabe

(15 P)

Ein Federpendel mit einer Masse von 237 g schwingt 3 mal in 1 s. Dabei nimmt die Amplitude von 6 cm auf ein Zehntel der Ausgangsamplitude ab. Die Beobachtung begann als das Fadenpendel seine größte Auslenkung hatte.

- (a) Bestimmen Sie für die Schwingung das zugehörige Elongations-Zeit-Gesetz $s(t)$. Begründen Sie die Wahl der Kenngrößen der Schwingung, beispielsweise durch eine Angabe des Rechenwegs.
- (b) Berechnen Sie die Eigenfrequenz des ungedämpften Pendels.
- (c) Erläutern Sie bitte, was passiert, wenn die Dämpfung erhöht wird.

1. Aufgabe

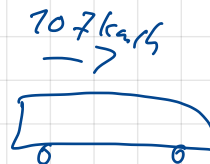
(15 P)

Ein elektrischer Zug mit einem Gewicht von 111 t fährt auf einer waagerechten Strecke mit $107 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Für 17 s fällt der Strom aus. Durch die Reibungskraft wird der Zug gebremst.

- (a) Ermitteln Sie die für diese Situation zugehörige Reibungszahl anhand der nachfolgenden Tabelle und begründen Sie Ihre Auswahl.

Stoffe	Haftreibungszahl	Gleitreibungszahl	Rollreibungszahl
Holz auf Holz	0,6	0,5	-
Stahl auf Stahl	0,15	0,10	0,002
Stahl auf Eis	0,03	0,01	-
Luftreifen auf Asphalt	0,55	0,3	0,02

- (b) Berechnen Sie die Reibungskraft und die daraus resultierende Bremsbeschleunigung während des Stromausfalls.
 (c) Welche Geschwindigkeit hat der Zug am Ende des Stromausfalls in km/h?
 (d) Welche Strecke legt der Zug während des Bremsvorgangs zurück?



$$v = 107 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 29,72 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad m = 111 \text{ t} = 111000 \text{ kg} \quad t = 17 \text{ s}$$

- a) Da Schiene und Zug aus Stahl sind, und der Zug auf Rollen ohne aktiviertes Bremsse fährt, wird Stahl auf Stahl, Rollreibung gewählt. $\Rightarrow 0,002$

$$b) \quad F_R = \mu F_N \quad \left| \quad F_N = m \cdot a \right.$$

$$F_R = \mu \cdot m \cdot a$$

$$F_R = 0,002 \cdot 111000 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F_R = 2178,2 \text{ N}$$

$$F_R = 2178,2 \text{ N}$$

$$107$$

$$2178,2 \text{ N}$$

$$m \cdot a = \mu \cdot F_N = F_R$$

$$m \cdot a = \mu \cdot m \cdot g$$

$$a = \mu \cdot g$$

$$a = 0,002 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$a = 0,0196 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$c) \quad v = a \cdot t + v_0$$

$$v = -0,0196 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 17 \text{ s} + 29,72 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v = 29,387 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v = 105,8 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$d) \quad s = \frac{a}{2} t^2 + v_0 \cdot t + s_0$$

$$s = \frac{-0,0196 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{2} \cdot (17 \text{ s})^2 + 29,72 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 17 \text{ s} + 0$$

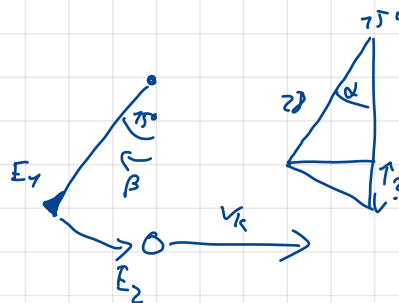
$$s = 502,60 \text{ m}$$

2. Aufgabe

(15 P)

Ein Fadenpendel an einem 28 cm langen Faden wird um den Winkel 15° ausgelenkt und losgelassen. Am tiefsten Punkt der Bewegung trifft das Pendel mit der Masse 127 g zentral auf eine Kugel mit der Masse 25 g, welche durch den Stoß wegrollt. Betrachten Sie bitte den Idealfall eines voll elastischen Stoßes.

Berechnen Sie, mit welcher Geschwindigkeit die Kugel wegrollt und bis zu welchem Winkel das Pendel wieder zurückschwingt.



$$l = 28 \text{ cm}$$

$$m_p = 127 \text{ g}$$

$$\alpha = 15^\circ$$

$$m_k = 25$$

1. Geschwindigkeit berechnen

$$h = l (1 - \cos(\alpha))$$

$$h = 28 \cdot (1 - \cos(15))$$

$$h = 0,954 \text{ cm}$$

$$E_{kin1} + E_{pot1} = E_{kin2} + E_{pot2}$$

$$m \cdot g \cdot h = m \cdot \frac{1}{2} \cdot v^2 \quad | :2$$

$$2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 9,54 \text{ mm} = v^2 \quad | \cdot \sqrt{\quad}$$

$$0,43 \frac{\text{m}}{\text{s}} = v$$

$$u_1 = \frac{(m_1 - m_2) \cdot v_1 + 2 \cdot m_2 \cdot v_2}{m_1 + m_2}$$

$$u_1 = \frac{(127 \text{ g} - 25 \text{ g}) \cdot 0,43 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 2 \cdot 25 \text{ g} \cdot 0}{127 \text{ g} + 25 \text{ g}}$$

$$u_1 = 0,2886 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$u_2 = \frac{(25 \text{ g} - 127 \text{ g}) \cdot 0 + 2 \cdot 127 \text{ g} \cdot 0,43 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{127 \text{ g} + 25 \text{ g}}$$

$$u_2 = 0,7186 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

2. Winkel berechnen

$$2 \cdot g \cdot h = v^2$$

$$2 \cdot g \cdot l (1 - \cos(\alpha)) = v^2 \quad | :2 \cdot g \cdot l \quad | -1$$

$$-\cos(\alpha) = \frac{v^2}{2 \cdot g \cdot l} - 1 \quad | \cdot (-1)$$

$$\cos(\alpha) = -\frac{v^2}{2 \cdot g \cdot l} + 1 \quad | \arccos$$

Schwingungen

Für eine harmonische Schwingung gilt:

$$y = y_{\max} \cdot \sin(\omega \cdot t + \phi_0)$$

$$v = y_{\max} \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot t + \phi_0)$$

$$a = -y_{\max} \cdot \omega^2 \cdot \sin(\omega \cdot t + \phi_0)$$

y.....	Auslenkung, Elongation (Meter, m)
y _{max}	max. Auslenkung, Amplitude (Meter, m)
ω.....	Kreisfrequenz (je Sekunde, $\frac{1}{\text{s}}$)
t.....	Zeit (Sekunde, s)
φ ₀	Phasenwinkel
v.....	Geschwindigkeit (Meter je Sekunde, $\frac{\text{m}}{\text{s}}$)
a.....	Beschleunigung (Meter je Quadratsekunde, $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)

Stoß:

$$u_1 = \frac{(m_1 - m_2) \cdot v_1 + 2 \cdot m_2 \cdot v_2}{m_1 + m_2}$$

$$u_2 = \frac{(m_2 - m_1) \cdot v_2 + 2 \cdot m_1 \cdot v_1}{m_1 + m_2}$$

$$E_{kin1} + E_{pot1} = E_{kin2} + E_{pot2}$$

$$m \cdot g \cdot h = m \cdot \frac{1}{2} \cdot v^2 \quad | \cdot 2$$

$$2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 9,54 \text{ mm} = v^2 \quad | \cdot \sqrt{\quad}$$

$$0,43 \frac{\text{m}}{\text{s}} = v$$

$$\alpha = \arccos\left(-\frac{v^2}{2gc} + 1\right)$$

$$\alpha = \arccos\left(-\frac{0,2886 \frac{\text{m}}{\text{s}}^2}{2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 28 \text{cm}} + 1\right)$$

$$\alpha = 1,99^\circ$$

3. Aufgabe

(15 P)

Ein Federpendel mit einer Masse von 237 g schwingt 3 mal in 1 s. Dabei nimmt die Amplitude von 6 cm auf ein Zehntel der Ausgangsamplitude ab. Die Beobachtung begann als das Fadenpendel seine größte Auslenkung hatte.

- Bestimmen Sie für die Schwingung das zugehörige Elongations-Zeit-Gesetz $s(t)$. Begründen Sie die Wahl der Kenngrößen der Schwingung, beispielsweise durch eine Angabe des Rechenwegs.
- Berechnen Sie die Eigenfrequenz des ungedämpften Pendels.
- Erläutern Sie bitte, was passiert, wenn die Dämpfung erhöht wird.

$$m = 237 \text{ g}$$

$$3/\text{s}$$

Amplitude von 6 cm auf $\frac{1}{10}$ in 1 Sek

a)

4. Aufgabe**(15 P)**

Eine mit 0,5 C negativ geladene Metallkugel und eine mit 1 C positiv geladene Metallkugel schwimmen in Öl ($\epsilon_r = 5$) und besitzen voneinander einen Abstand von 5 cm.

- (a) Wie groß ist der Elektronenmangel oder Elektronenüberschuss auf jeder Kugel? Berechnen Sie bitte die Anzahl der Elektronen.
- (b) Wie groß ist die Kraftwirkung zwischen den beiden Metallkugeln und in welche Richtung zeigt diese? Erstellen Sie bitte eine Skizze.
- (c) Zeichnen Sie bitte in einer zweiten Skizze die Feldlinien des elektrischen Feldes im Nahbereich der beiden Ladungen auf.
- (d) Begründen Sie, ob es einen Punkt zwischen den beiden Kugeln gibt, an dem die elektrische Feldstärke verschwindet.
- (e) Berechnen Sie bitte die elektrische Feldstärke für den Punkt genau zwischen den beiden Metallkugeln.