

HSD FB EI
Studiengang : EIT

WS 2022 / 23
17.02.2023

Fachprüfung: Naturwissenschaftliche Grundlagen 2
Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Prochotta

Name..... Mat.Nr.....

Vorname.....

Verwenden Sie ausschließlich dokumentenechtes Schreibzeug.

Der Lösungsweg ist bei allen Aufgaben mit anzugeben.

Schreiben Sie Ihren Namen und Matrikelnummer auf jedes Blatt.

Zugelassene Hilfsmittel:

Dokumentenechtes Schreibzeug, Zeichengerät, Taschenrechner, Physikalische Formelsammlung, Mathematische Formelsammlung, maximal zwei einseitig handgeschriebene DIN A4 Blätter

Mit meiner eigenhändigen Unterschrift bestätige ich meine Prüfungsfähigkeit.

Unterschrift:

Ich erkläre mich damit einverstanden, dass meine Klausurergebnisse unter meinem „Alias“ veröffentlicht werden. (max. 8 Buchstaben oder Zahlen)

--	--	--	--	--	--	--	--

ja

nein

Punktzahl Klausur:

Prüfer:

Note :

Datum:

Name.....Mat.Nr.....

Aufgabe 1)

Der Durchmesser d und die Länge l eines Zylinders wurden mit je einer Messreihe bestimmt.

Nr.	1	2	3	4	5
d / cm	6,55	6,50	6,65	6,40	6,40
l / cm	100,0	99,8	100,1	100,0	100,1

Der Durchmesser wurde mit einem Messschieber, Genauigkeit $1/20 \text{ mm}$, die Länge mit einem Zollstock, Genauigkeit $1/2 \text{ mm}$ gemessen.

- Bestimmen Sie den Mittelwert der Länge und des Durchmessers. (2P)
- Bestimmen Sie die Standardabweichungen der Länge und des Durchmessers. (2P)
- Bestimmen Sie das Volumen des Zylinders (1P)
- Bestimmen Sie den zugehörigen Fehler des Volumens. (3P)
- Geben Sie das Volumen mit dem zugehörigen Fehler an, gerundet gemäß DIN1333. (3P)

$$a) \quad \bar{d} = \frac{1}{5} (6,55 + 6,50 + 6,65 + 6,40 + 6,40) \text{ cm} = \underline{\underline{6,50 \text{ cm}}}$$

$$\bar{l} = \frac{1}{5} (100,0 + 99,8 + 100,1 + 100,0 + 100,1) \text{ cm} = \underline{\underline{100,0 \text{ cm}}}$$

$$b) \quad \sigma_d = \sqrt{\frac{(0,05^2 + 0^2 + 0,15^2 + 0,1^2 + 0,1^2) \text{ cm}^2}{4}} = \underline{\underline{0,10607 \text{ cm}}}$$

$$\sigma_l = \sqrt{\frac{(0 + 0,2^2 + 0,1^2 + 0^2 + 0,1^2) \text{ cm}^2}{4}} = \underline{\underline{0,12247 \text{ cm}}}$$

$$c) \quad V = \frac{\pi d^2}{4} \cdot l = \frac{\pi}{4} (6,50 \text{ cm})^2 \cdot 100,0 \text{ cm} = \underline{\underline{33\,18,3072 \text{ cm}^3}}$$

$$d) \quad \frac{\Delta V}{V} = \left| 2 \cdot \frac{\Delta d}{d} \right| + \left| \frac{\Delta l}{l} \right| = 2 \cdot \frac{0,10607 \text{ cm}}{6,50 \text{ cm}} + \frac{0,12247 \text{ cm}}{100,0 \text{ cm}}$$

$$= 0,032637 + 0,0012247 = 0,033862$$

$$\Delta V = 0,033862 \cdot 33\,18,3074 \text{ cm}^3 = \underline{\underline{112,363 \text{ cm}^3}}$$

$$e) \quad (V \pm \Delta V) = (33\,18,3 \pm 112,4) \text{ cm}^3 \approx \underline{\underline{(3320 \pm 120) \text{ cm}^3}}$$

Name.....Mat.Nr:.....

Aufgabe 2)

Ein Feder- Masse- System werde 10 cm aus der Ruhelage ausgelenkt und zur Zeit $t = 0$ losgelassen. Es führt eine schwach gedämpfte harmonische Schwingung aus. Die Dämpfungskraft sei proportional zur Geschwindigkeit der bewegten Masse. Die Schwingungsdauer beträgt 3 s . Nach 30 Schwingungen ist die Amplitude auf $\frac{1}{4}$ der Ausgangsamplitude abgesunken.

- a) Wie groß ist die Auslenkung des Systems nach genau einer Schwingung? (2P)
 b) Wie viel Prozent seiner Anfangsenergie hat das System nach einer Schwingung verloren? (3P)
 c) Wie groß ist die Güte des Systems? (2P)
 d) Wie groß ist die Zeitkonstante τ des Systems? (3P)
 e) Geben Sie die Schwingungsfunktion des Systems an. (2P)

$$a) \quad k = \sqrt[n]{\frac{A_0}{A}} = \sqrt[30]{4} = 1,0473$$

$$A_1 = \frac{A_0}{k} = \frac{10\text{ cm}}{1,0473} = 9,5484\text{ cm} \approx \underline{\underline{9,55\text{ cm}}}$$

$$b) \quad E \sim A^2$$

$$\Rightarrow \frac{E_1}{E_0} = (0,95484)^2 = 0,91172 \approx 0,912$$

Der prozentuale Energieverlust pro Schwingung

$$\text{beträgt} \quad \frac{\Delta E}{E} = (1 - 0,91172) = 8,8277\% \approx \underline{\underline{8,83\%}}$$

$$c) \quad Q = 2 \cdot \pi \cdot \frac{E}{\Delta E} = 2 \cdot \pi \cdot \frac{1}{0,088277} = 71,175 \approx \underline{\underline{71}}$$

$$d) \quad A(\tau) = A_0 / e \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{k^n} = \frac{1}{e}$$

$$e = k^n \Rightarrow \ln e = n \cdot \ln k \Rightarrow n = \frac{1}{\ln k} = 21,64$$

$$\Rightarrow \tau = n \cdot T = 21,64 \cdot 3\text{ s} = 64,92\text{ s} \approx \underline{\underline{64,9\text{ s}}}$$

$$e) \quad \underline{\underline{A(t) = 10\text{ cm} \cdot e^{-t/64,9\text{ s}} \cdot \cos\left(\frac{2 \cdot \pi}{3\text{ s}} \cdot t\right)}}$$

Name.....Mat.Nr:.....

Aufgabe 3)

Die Atmosphäre der Erde setzt sich wie folgt zusammen: 78,1% Stickstoff, 20,9% Sauerstoff, 0,9% Argon, 0,1% sonstige Gase. Normaldruck = 1013 mbar.

- a) Wie groß ist der Sauerstoffpartialdruck unter Normalbedingungen? (1P)
- b) Ein mit 10 Liter Luft unter Normalbedingungen gefüllter Ballon wird isotherm auf eine Wassertiefe von 40 m versenkt. Welches Volumen besitzt der Ballon in dieser Tiefe? (3P)
- c) Wie groß ist der Stickstoff Partialdruck in 50m Tiefe? (2P)
- d) Welches Volumen besitzt der Ballon, wenn er adiabatisch auf 50m versenkt wird? (2P)
- e) In welcher Wassertiefe herrscht in dem Ballon ein Sauerstoff Partialdruck von 1,6 bar? (isotherme Rechnung) (2P)

$$a) \quad p(O_2) = 0,209 \cdot 1013 \text{ mbar} = 211,7 \text{ mbar} \approx \underline{\underline{212 \text{ mbar}}}$$

$$b) \quad p \text{ in } 40 \text{ m Tiefe} = 5 \text{ bar}$$

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 \quad \Rightarrow \quad V_2 = \frac{p_1}{p_2} \cdot V_1 = \frac{1 \text{ bar}}{5 \text{ bar}} \cdot 10 \text{ L} = \underline{\underline{2 \text{ L}}}$$

$$c) \quad p \text{ in } 50 \text{ m Tiefe} = 6 \text{ bar}$$

$$p(N_2) = 0,781 \cdot 6 \text{ bar} = 4,686 \text{ bar} \approx \underline{\underline{4,69 \text{ bar}}}$$

$$d) \quad p_1 \cdot V_1^\gamma = p_2 \cdot V_2^\gamma \quad \gamma(\text{Luft}) = 1,4$$

$$V_2^\gamma = \frac{p_1}{p_2} V_1^\gamma \quad \Rightarrow \quad V_2 = \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{1/\gamma} \cdot V_1 = \left(\frac{1}{6}\right)^{1/1,4} \cdot 10 \text{ L}$$

$$= 2,7809 \text{ L} \approx \underline{\underline{2,78 \text{ L}}}$$

$$e) \quad p_{\text{ges}} = 1,6 \text{ bar} / 0,209 = 7,655 \text{ bar}$$

$$\Rightarrow \text{Wassertiefe} = 66,55 \text{ m} \approx 67 \text{ m}$$

(alle 10 m nimmt der Druck um 1 bar zu.)

Name.....Mat.Nr.....

Aufgabe 4)

Delphine benutzen Schallwellen, um ihre Beute zu lokalisieren.

- a) Wie lange ist eine Schallwelle zu einem 100 m entfernten Objekt und zurück unterwegs? (1P)
- b) Der Delphin verwende Schallimpulse mit einer Frequenz von 5,00 kHz. Wie groß ist die Wellenlänge der Schallimpulse? (2P)
- c) Was ist das kleinste Objekt, das er damit theoretisch wahrnehmen kann? (2P)
- d) Die Beute bewege sich mit $3,0 \text{ ms}^{-1}$ auf den Delphin zu. Mit welcher Frequenz empfängt der Delphin das reflektierte Signal? (5P)

Die Schallgeschwindigkeit in Wasser beträgt

$$c \approx 1500 \text{ m/s}$$

$$a) \quad t = \frac{s}{c} = \frac{2 \cdot 100 \text{ m}}{1500 \text{ m/s}} = 0,1333 \text{ s} \approx \underline{\underline{0,13 \text{ s}}}$$

$$b) \quad \lambda = \frac{c}{f} = \frac{1500 \text{ m/s}}{5000 \text{ Hz}} = \underline{\underline{0,30 \text{ m}}}$$

c) Die kleinsten Objekte die mit Wellen wahrgenommen werden können sind etwa $\lambda/2$ groß.

Damit ist das kleinste Objekt das der Delphin damit wahrnehmen kann ca 0,15 m groß

$$d) \quad 3 \text{ m/s} \ll 1500 \text{ m/s} \Rightarrow$$

$$f_E = f_Q \left(1 + \frac{2 \cdot v}{c} \right) = 5000 \text{ Hz} \left(1 + \frac{2 \cdot 3 \text{ m/s}}{1500 \text{ m/s}} \right)$$

$$= \underline{\underline{5020 \text{ Hz}}}$$

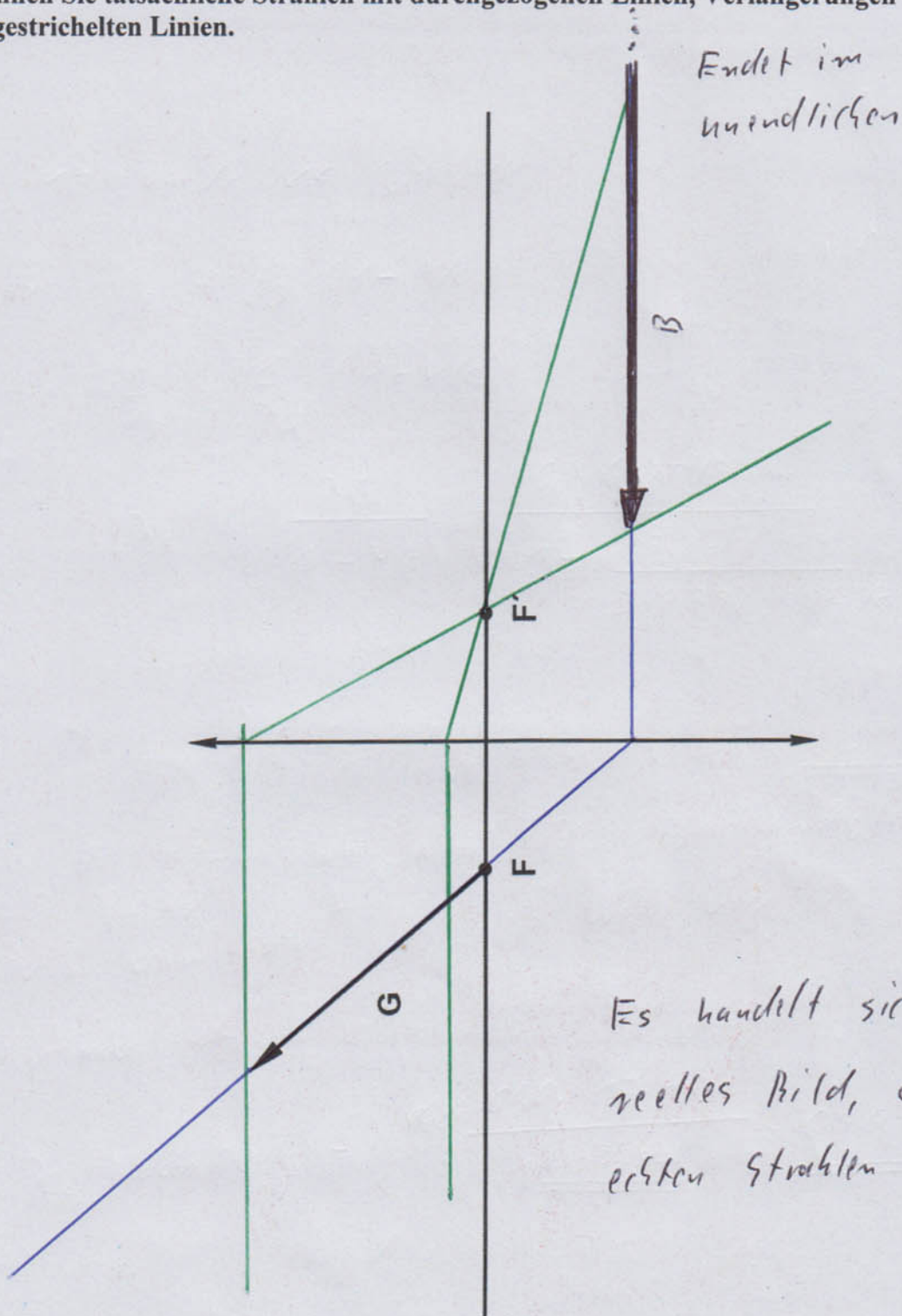
Name.....Mat.Nr:.....

Aufgabe 5)

Gegeben ist eine dünne Bikonvexlinse.

- a) Konstruieren Sie das Bild des unten abgebildeten Gegenstandes mit allen ausgezeichneten Strahlen. (10P)
- b) Handelt es sich um ein reelles oder virtuelles Bild? Begründen Sie Ihre Aussage. (2P)

Zeichnen Sie tatsächliche Strahlen mit durchgezogenen Linien, Verlängerungen mit gestrichelten Linien.

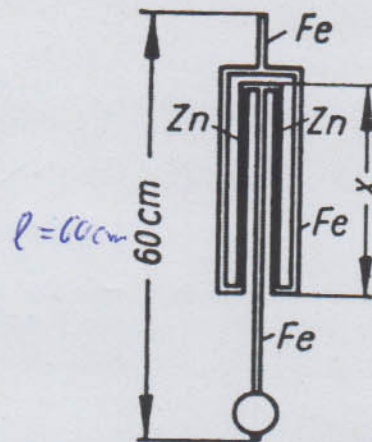


Name.....Mat.Nr.....

Aufgabe 6)

Das insgesamt 60 cm lange Kompensationspendel einer Wanduhr besteht aus Eisenstäben mit einem Wärmeausdehnungskoeffizienten $\alpha(\text{Fe}) = 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Die Wärmeausdehnung soll durch zwei Zinkstäbe mit $\alpha(\text{Zn}) = 36 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ genau ausgeglichen werden. Welche Länge x müssen die Zinkstäbe haben?

(10P)



$$\text{Gesamtlänge Fe Stab} = (l + x)$$

Damit sich die Gesamtlänge nicht ändert muss gelten:

$$(l + x) \cdot \alpha(\text{Fe}) \cdot \Delta T - x \cdot \alpha(\text{Zn}) \cdot \Delta T = 0$$

$$\Rightarrow l \cdot \alpha(\text{Fe}) + x \cdot \alpha(\text{Fe}) - x \cdot \alpha(\text{Zn}) = 0$$

$$x = \frac{l \cdot \alpha(\text{Fe})}{\alpha(\text{Zn}) - \alpha(\text{Fe})} = 60 \text{ cm} \cdot \frac{12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}}{(36 \cdot 10^{-6} - 12 \cdot 10^{-6}) \text{ K}^{-1}}$$

$$\underline{\underline{x = 30 \text{ cm}}}$$