

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, einfacher 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 namentlich ausgehängt werden.

ja nein

Klausurergebnis:

Prüfer:

Gesamtpunktzahl:

Note :

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

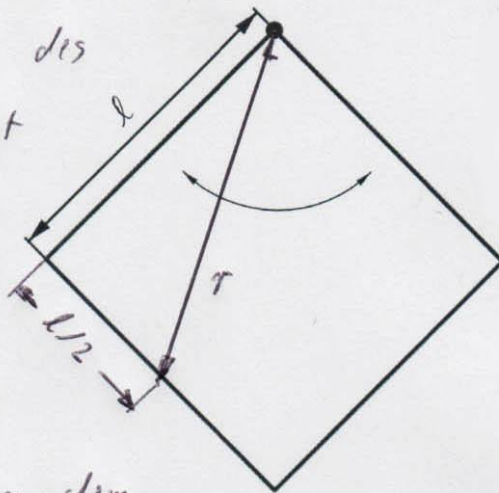
- 1) Ein aus 4 dünnen Stäben der Länge $l = 21 \text{ cm}$ angefertigter quadratischer Rahmen der Masse $m = 400 \text{ g}$ ist an einer Ecke frei schwingend aufgehängt.

Wie groß ist die Periodendauer?

(12P)

Trägheitsmoment eines dünnen Stabes bei Drehung um den Schwerpunkt: $J_s = \frac{ml^2}{12}$

Der Schwerpunkt des Rahmens befindet sich genau in der Mitte.



$$r^2 = l^2 + \left(\frac{l}{2}\right)^2 = \frac{5}{4} l^2$$

Der Abstand des Schwerpunktes von dem Aufhängepunkt ist daher $s = l/\sqrt{2}$

$$m_i = \frac{m}{4} = 100 \text{ g}$$

$$J_{\text{ges}} = 4 \cdot \frac{m_i l^2}{12} + 2 \cdot m_i \left(\frac{l}{2}\right)^2 + 2 \cdot m_i \cdot \frac{5}{4} l^2 = m_i l^2 \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{2} + \frac{5}{2}\right) = m_i l^2 \left(\frac{10}{3}\right)$$

$$\underline{\underline{T_0}} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{J_{\text{ges}}}{m \cdot g \cdot s}} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{\frac{m}{4} \cdot l^2 \cdot \frac{10}{3}}{m \cdot g \cdot l/\sqrt{2}}}$$

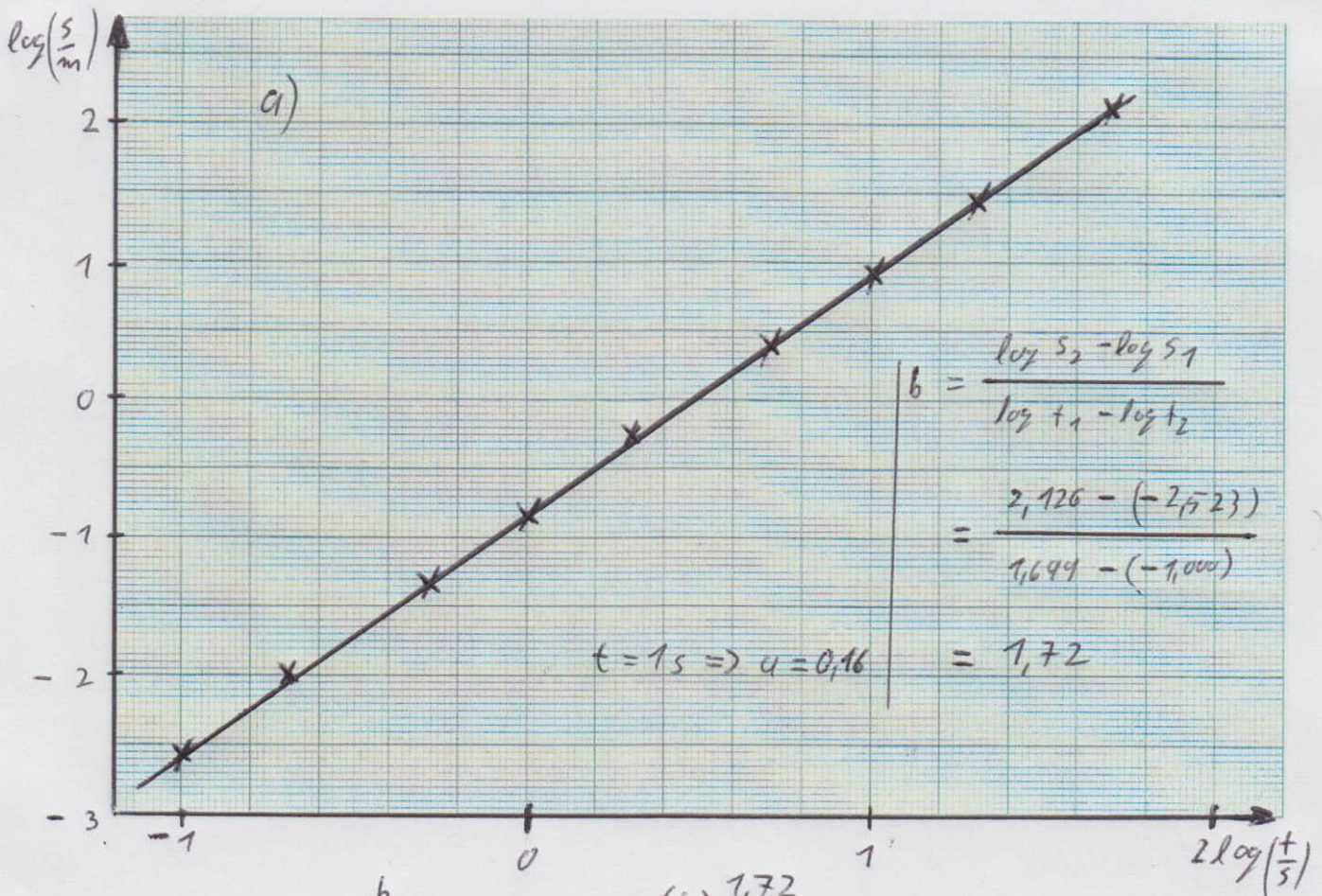
$$= 2\pi \cdot \sqrt{\frac{10 \cdot \sqrt{2} \cdot l}{12 \cdot g}} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{5 \sqrt{2} \cdot 0,21 \text{ m}}{6 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2}} = \underline{\underline{1,00 \text{ s}}}$$

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

2) Der zurückgelegte Weg einer Bahn wird wie folgt beschrieben:

Zeit / s	0	0,1	0,2	0,5	1,0	2,0	5,0	10	20	50
s / m	0	0,003	0,010	0,049	0,160	0,527	2,549	8,397	27,66	133,8
$\log(t/s)$	-	-1,000	-0,699	-0,301	0,000	0,301	0,699	1,000	1,301	1,699
$\log(s/m)$	-	-2,523	-2,000	-1,301	-0,796	-0,278	0,406	0,924	1,442	2,126

- a) Zeichnen Sie den Weg als Funktion der Zeit in einem geeigneten Diagramm. (3P)
 - b) Bestimmen Sie die Funktion des Weges als Funktion der Zeit $s(t)$. (4P)
 - c) Bestimmen Sie die Funktion der Geschwindigkeit $v(t)$. (2P)
 - d) Welche Geschwindigkeit hat die Bahn nach 13s? (3P)
- (Es wird ein Potenzgesetz vermutet.)



b) $\frac{s}{m} = a \cdot \left(\frac{t}{s}\right)^b = 0,16 \cdot \left(\frac{t}{s}\right)^{1,72}$

c) $\frac{v}{m/s} = \frac{d(s/m)}{dt} = \frac{d\left(0,16 \cdot \left(\frac{t}{s}\right)^{1,72}\right)}{dt} = 0,16 \cdot 1,72 \cdot \left(\frac{t}{s}\right)^{0,72}$
 $= 0,275 \cdot \left(\frac{t}{s}\right)^{0,72}$

d) $\frac{v}{m/s} = 0,275 \cdot \left(\frac{13s}{s}\right)^{0,72} = 1,74$

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

3) Die Geschwindigkeit einer Tornadozelle soll mit einem Dopplerradar bestimmt werden.



Das Radar sendet mit einer Frequenz $f_s = 1,500 \text{ GHz}$. Die von der Tornadozelle reflektierte Welle wird mit einem Frequenzunterschied $\Delta f = 500 \text{ Hz}$ empfangen. Berechnen Sie die Geschwindigkeit der Tornadozelle. (12P)

Die Emittierte Welle wird von dem Tornado mit der Frequenz

$$f_T = f_s \left(1 + \frac{v_E}{c}\right) \quad (\text{Sender ruht, Empfänger bewegt sich}) \text{ empfangen}$$

Diese Welle wird reflektiert und von dem Radargerät mit der Frequenz

$$f_E = f_T \cdot \frac{1}{1 - \frac{v_s}{c}} \quad \text{empfangen (Sender bewegt, Empfänger ruht)}$$

$$\Rightarrow f_E = f_s + \Delta f = f_s \frac{1 + v_E/c}{1 - v_s/c} \quad \begin{array}{l} v_E = v_s \\ \text{mit } c \\ \text{emittieren} \end{array} \quad f_s \frac{c + v_E}{c - v_E}$$

$$\Rightarrow \left(1 + \frac{\Delta f}{f_s}\right)(c - v_E) = c + v_E$$

$$\cancel{c} + \frac{\Delta f}{f_s} \cdot c - v_E - \frac{\Delta f}{f_s} \cancel{v_E} = \cancel{c} + v_E$$

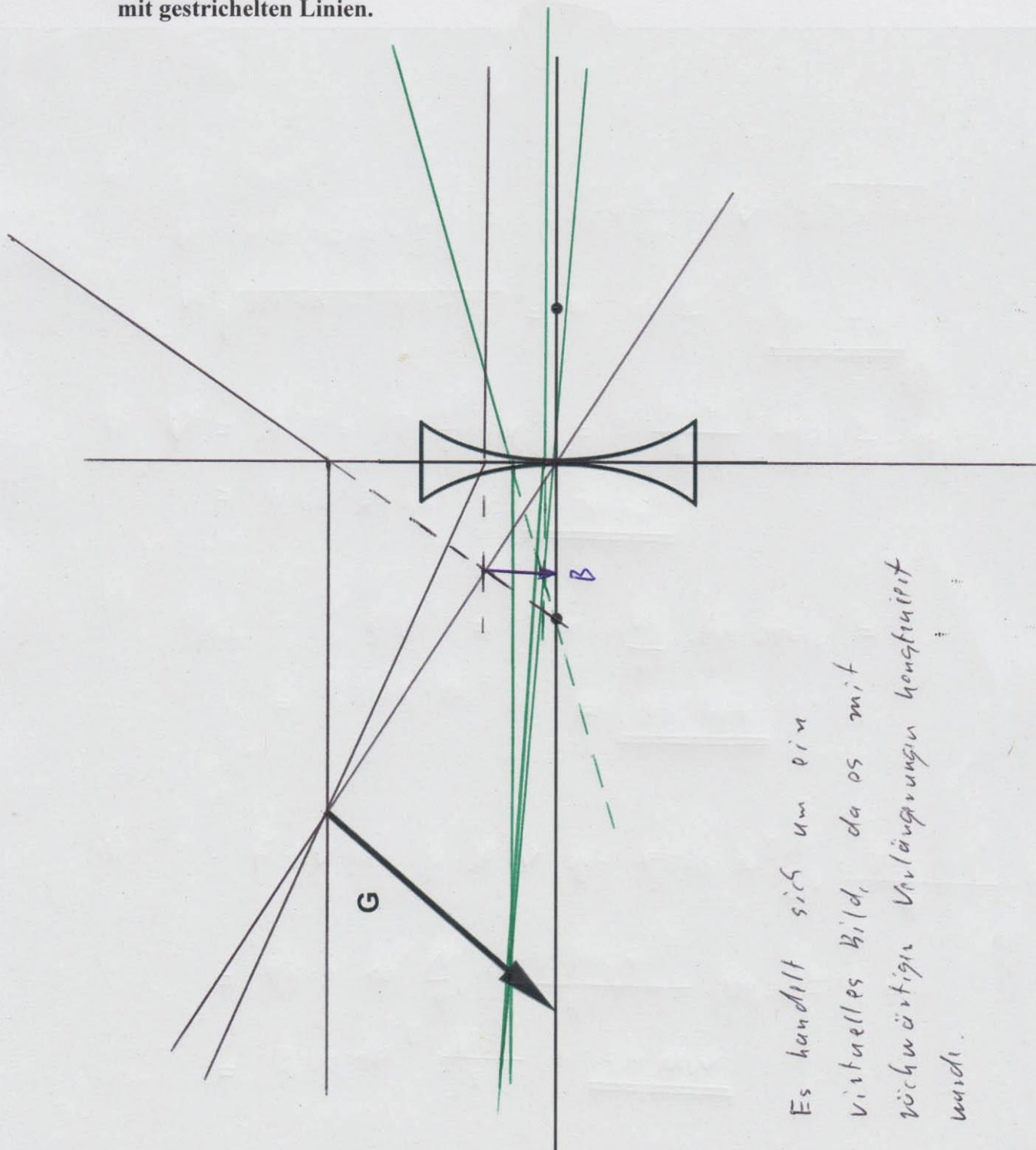
$\ll v_E$

$$\Rightarrow v_E = \frac{\Delta f}{2f_s} \cdot c = \frac{500 \text{ Hz}}{2 \cdot 1,5 \cdot 10^9 \text{ Hz}} \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \underline{\underline{50 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

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

- 4) Gegeben ist eine dünne Zerstreuungslinse.
 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.



Es handelt sich um ein virtuelles Bild, da es mit rückwärtigen Verlängerungen konstruiert wurde.

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

5) 2 kg Wasser werden bei Normaldruck $p=1013 \text{ mbar}$ verdampft.

- a) Welches Volumen hat das flüssige Wasser kurz vor dem verdampfen? (2P)
- b) Welche Wärmemenge Q ist zum Verdampfen des Wassers erforderlich? (2P)
- c) Das Volumen des Wassers vergrößert sich beim Verdampfen auf $V=3,344 \text{ m}^3$.
Welche Volumenarbeit ist dafür erforderlich? (2P)
- d) Wie groß ist die benötigte Verdampfungsenthalpie H ? (2P)
- e) Wie groß ist die Änderung der inneren Energie U ? (2P)
- g) Wie groß ist die Änderung Entropie S ? (2P)
- h) Zeichnen Sie für diese Zustandsänderung ein TS-Diagramm. (2P)

a) $\rho(H_2O, 100^\circ C) = 0,9584 \text{ kg/dm}^3$ (Tab. 14 Proben hader Temp)

$V = m/\rho = 2 \text{ kg} / 0,9584 \text{ kg/dm}^3 = \underline{\underline{2,087 \text{ dm}^3}}$

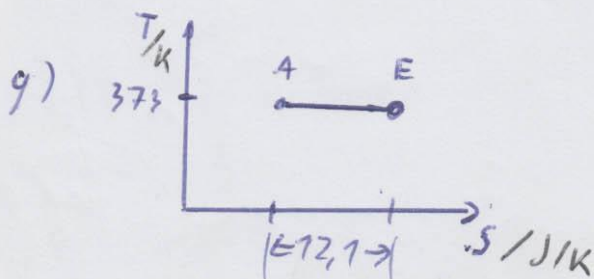
b) $\Delta Q = q_s \cdot m = 2256 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot 2 \text{ kg} = \underline{\underline{4512 \text{ kJ}}}$

c) $\Delta W = p \cdot \Delta V = 1,013 \text{ bar} \cdot (3,344 - 0,002) \text{ m}^3 \cdot \frac{10^5 \text{ Pa}}{\text{bar}}$
 $= 339 \text{ kNm} = \underline{\underline{339 \text{ kJ}}}$

d) $\Delta H = \Delta Q$ da isobar
 $\underline{\underline{\Delta H = 4512 \text{ kJ}}}$

e) $Q = U - p \cdot V \Rightarrow \Delta U = (4512 - 339) \text{ kJ}$
 $\Delta U = \underline{\underline{4173 \text{ kJ}}}$
dm system geleistete Arbeit Q

f) $\Delta S = \frac{\Delta Q}{T} = \frac{4512 \text{ kJ}}{373 \text{ K}} = \underline{\underline{12,1 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}}}$



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

6) a. In einer halbleeren, verschlossenen Bierflasche befindet sich CO_2 mit einer Temperatur von $T=18^\circ\text{C}$ bei einem Überdruck von $p=0,1\text{ bar}$.

Auf welche Temperatur kühlt sich das in der Flasche befindliche Gas ab, wenn der Verschluss plötzlich geöffnet wird und der äußere Luftdruck $p_0=1,00\text{ bar}$ beträgt? (6P)

($\chi(\text{CO}_2)=1,293$)

b. Weshalb laufen Brillengläser an, wenn man im Winter von draußen kommend, ein warmes Zimmer betritt? (3P)

c. Weshalb ist im Winter die Luft in einem geheizten Zimmer trotz häufigen Lüftens besonders trocken? (3P)

a) adiabatische Expansion

$$p_1 \cdot V_1^\chi = p_2 \cdot V_2^\chi \Rightarrow V_2 = V_1 \sqrt[\chi]{\frac{p_1}{p_2}} = V_1 \sqrt[1,293]{\frac{1,1}{1,0}}$$

$$= 1,0765 \cdot V_1$$

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = T_1 \cdot \frac{p_2}{p_1} \cdot \frac{V_2}{V_1}$$

$$= (273+18)\text{ K} \cdot \frac{1,0}{1,1} \cdot \frac{1,0765 V_1}{V_1}$$

$$= 284,8\text{ K} \approx 285\text{ K} = \underline{\underline{12^\circ\text{C}}}$$

b) Die Brillengläser sind so kalt, dass die Luft in der unmittelbaren Umgebung der Brille unter den Taupunkt abgekühlt wird.

c) Kalte Luft kann viel weniger Wasser als warme Luft aufnehmen. Daher kommt immer trockene Luft beim Lüften in das Zimmer, selbst wenn die relative Luftfeuchtigkeit draußen sehr hoch ist.