

HSD FB EI
BA

SS 2018
06.08.2018

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:

Klausurergebnis:

Prüfer:

Punktzahl Klausur:

Punktzahl Hausaufgaben:

Gesamtpunktzahl:

Note :

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

Aufgabe 1)

Der elektrische Widerstand einer Parallelschaltung betragt:

$$R_{ges} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \text{ mit } R_1 = 500 \Omega \pm 13 \Omega \text{ und } R_2 = 1000 \Omega \text{ mit einer Toleranz von } 2\%.$$

$$\Delta R_2 = 20 \Omega$$

- a) Berechnen Sie den Gesamtwiderstand R_{ges} (1P)
 b) Berechnen Sie den absoluten und prozentualen Fehler des Gesamtwiderstandes. (10P)
 c) Runden Sie den Gesamtwiderstand mit Fehler nach DIN 1333. (3P)

$$a) R_{ges} = \frac{500 \Omega \cdot 1000 \Omega}{500 \Omega + 1000 \Omega} = \underline{\underline{333,333 \Omega}}$$

$$b) \Delta R_{ges} = \left| \frac{d R_{ges}}{d R_1} \cdot \Delta R_1 \right| + \left| \frac{d R_{ges}}{d R_2} \cdot \Delta R_2 \right|$$

$$\frac{d R_{ges}}{d R_1} \cdot \Delta R_1 = \frac{d \left(\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \right)}{d R_1} \cdot \Delta R_1 \stackrel{\text{Quotienten-}}{\underset{\text{regel}}{=}} R_2 \frac{R_1 + R_2 - 1 \cdot R_1}{(R_1 + R_2)^2} \cdot \Delta R_1$$

$$= \frac{R_2^2}{(R_1 + R_2)^2} \cdot \Delta R_1 = \frac{1000 \Omega}{(1500 \Omega)^2} \cdot 13 \Omega = 5,778 \Omega$$

$$\frac{d R_{ges}}{d R_2} \cdot \Delta R_2 = \frac{R_1^2}{(R_1 + R_2)^2} \cdot \Delta R_2 = \frac{(500 \Omega)^2}{(1500 \Omega)^2} \cdot 20 \Omega = 2,222 \Omega$$

$$\Delta R_{ges} = 5,778 \Omega + 2,222 \Omega = \underline{\underline{8,000 \Omega}}$$

$$\frac{\Delta R}{R} \cdot 100\% = \frac{8,000 \Omega}{333,333 \Omega} \cdot 100\% = 0,024 \cdot 100\% = \underline{\underline{2,4\%}}$$

$$c) (R \pm \Delta R) = (333,333 \pm 8,000) \Omega \approx (333 \pm 8) \Omega \Rightarrow \underline{\underline{(333 \pm 9) \Omega}}$$

Nachgerundet

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

Aufgabe 2)

Ein Krankenwagen schaltet sein Martinshorn ein, das mit einer Frequenz von 2000 Hz betrieben wird.

- a) Mit welcher Frequenz hört ein am Straßenrand stehender Passant diesen Ton, wenn der Krankenwagen mit 60 km/h auf ihn zufährt, bzw. von ihm wegfährt? (10P)
- b) Welche Frequenz hört der Fahrer in dem Krankenwagen? (2P)

$$d) \quad 60 \text{ km/h} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 16,67 \text{ m/s}$$

Bewegter Sender, ruhender Empfänger

$$f_E = f_s \cdot \frac{1}{1 \pm v_s/c} \quad \text{Schallgeschwindigkeit}$$

$$c = 340 \text{ m/s}$$

Annäherung

$$f_E = 2000 \text{ Hz} \cdot \frac{1}{1 - 16,67/340} = \underline{\underline{2103 \text{ Hz}}}$$

Entfernung

$$f_E = 2000 \text{ Hz} \cdot \frac{1}{1 + 16,67/340} = \underline{\underline{1907 \text{ Hz}}}$$

- c) Der Fahrer bewegt sich nicht relativ zum Sender.

$$\Rightarrow f_E = \underline{\underline{2000 \text{ Hz}}}$$

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

Aufgabe 3)

2 dünne Stäbe der Länge $l = 21 \text{ cm}$ sind wie in der Abbildung dargestellt fest miteinander verbunden. Die Masse eines Stabes beträgt $m = 100 \text{ g}$

Das Gebilde ist an einer Ecke frei schwingend aufgehängt.

Wie groß ist die Periodendauer?

(12P)

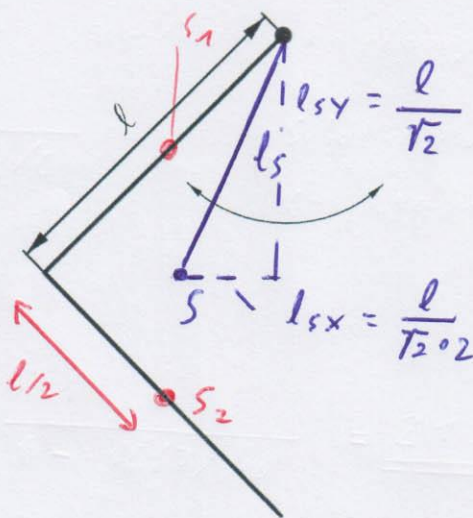
Trägheitsmoment eines dünnen Stabes bei Drehung um den Schwerpunkt: $J_s = \frac{ml^2}{12}$

$$l_s^2 = l_{sy}^2 + l_{sx}^2$$

$$= \frac{l^2}{2} + \frac{l^2}{8}$$

$$l_s^2 = \frac{5l^2}{8}$$

$$l_s = \sqrt{\frac{5}{8}} l$$



$$s_2^2 = l^2 + \left(\frac{l}{2}\right)^2$$

$$= \frac{5}{4} l^2$$

$$J_{ges} = 2 \cdot \frac{m \cdot l^2}{12} + m \cdot \left(\frac{l}{2}\right)^2 + m \cdot \frac{5}{4} l^2$$

$$= m \cdot l^2 \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{4} + \frac{5}{4} \right) = m l^2 \cdot \frac{10}{6}$$

$$T_0 = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{J_{ges}}{m \cdot g \cdot l_s}}$$

$$= 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m l^2 \cdot \frac{10}{6}}{m \cdot g \cdot \sqrt{\frac{5}{8}} l}} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{10 \sqrt{8} \cdot 0,21 \text{ m}}{6 \sqrt{5} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2}}$$

$$= \underline{\underline{1,33 \text{ s}}}$$

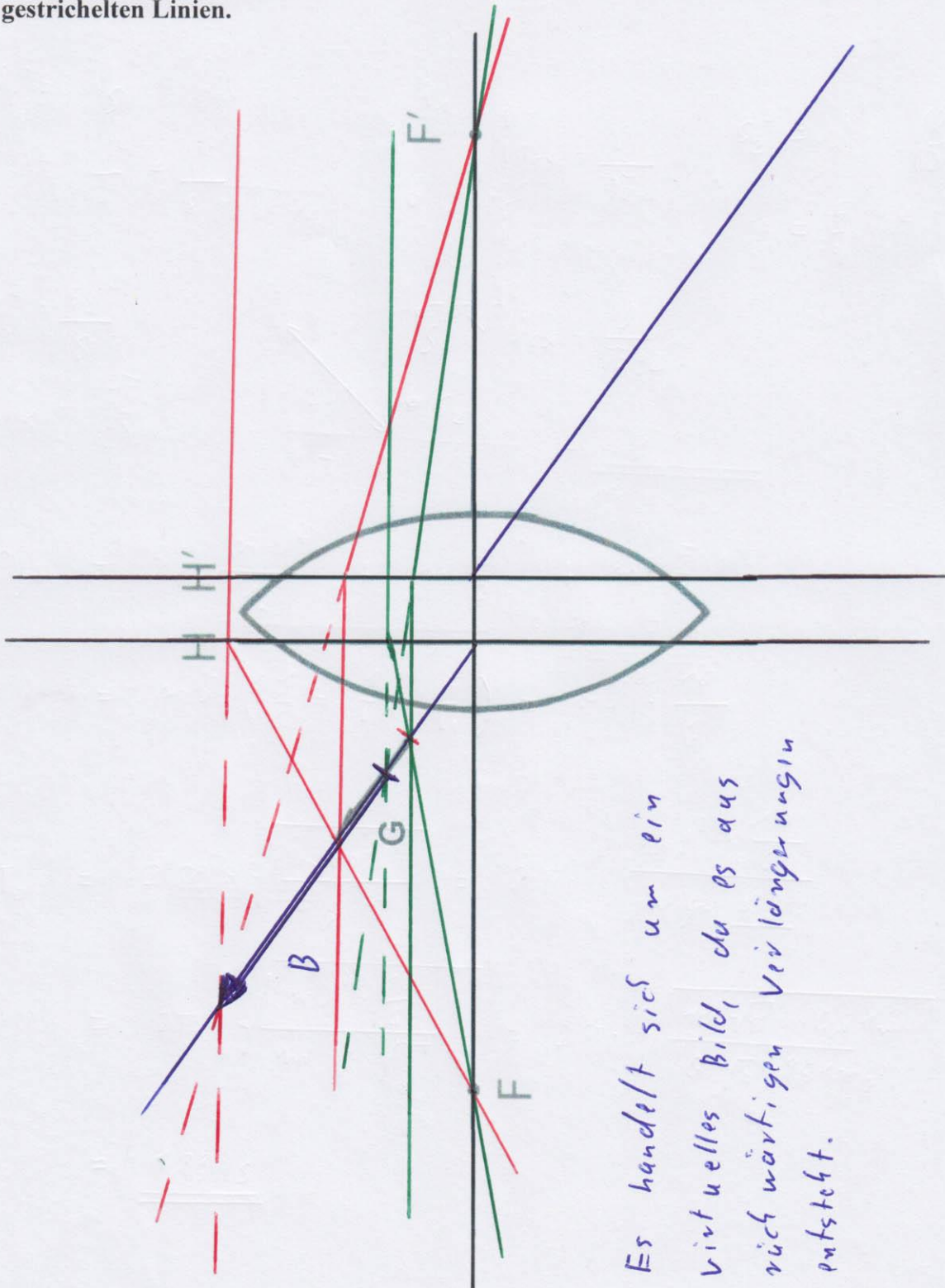
Name.....Mat.Nr.....

Aufgabe 4)

Gegeben ist eine dicke 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.



Es handelt sich um ein virtuelles Bild, da es aus rückwärtigen Verlängerungen entsteht.

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

Aufgabe 5)

Gegeben sind 4 Mol eines Edelgases.

- a) Welche innere Energie hat das Gas bei einer Temperatur von +30°C? (2P)
- b) Welcher Druck in bar stellt sich für dieses Gas bei +30°C ein, wenn es sich in einem 40 Liter großen Kolben befindet? (2P)
- c) Wie groß sind die spezifischen Wärmekapazitäten c_v und c_p ? (2P)
- d) Welchen Adiabatenexponenten hat das Gas? (2P)
- e) Welcher Druck stellt sich ein, wenn das Volumen ohne Wärmeaustausch mit der Umgebung reversibel halbiert wird? (2P)
- f) Wie groß ist die Entropiedifferenz für diesen Prozess? (2P)
- g) Zeichnen Sie das pV- und TS-Diagramm für diesen Prozess. (2P)
- h) Eine Carnot Maschine wird zwischen 20°C und 1000°C betrieben. Welchen Wirkungsgrad hat die Maschine? (2P)

a) Eintomiges Gas $\rightarrow f = 3$

$$U = \frac{f}{2} \cdot n \cdot R \cdot T = \frac{3}{2} \cdot 4 \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 303 \text{ K} = 15,1149 \text{ kJ} \approx \underline{\underline{15,1 \text{ kJ}}}$$

b) $p = \frac{n \cdot R \cdot T}{V} = \frac{4 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J/K} \cdot \text{mol} \cdot 303 \text{ K}}{40 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} = 251,97 \text{ kPa} \approx \underline{\underline{2,5 \text{ bar}}}$

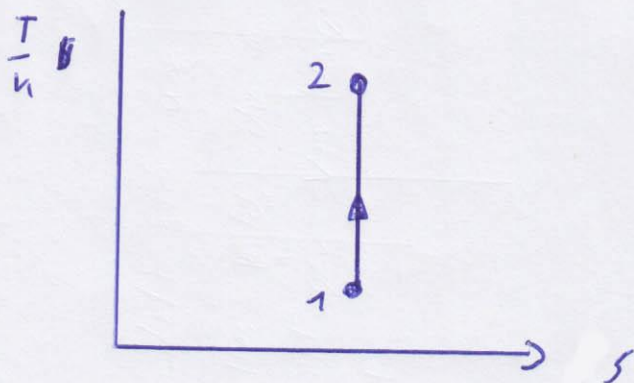
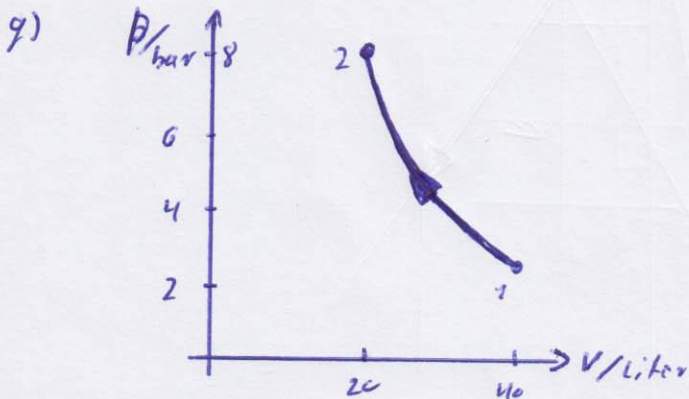
c) $c_v = \frac{dU}{dT} = \frac{3}{2} \cdot n \cdot R = \frac{3}{2} \cdot 4 \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} = 49,884 \frac{\text{J}}{\text{K}} \approx \underline{\underline{50 \frac{\text{J}}{\text{K}}}}$

$c_p = c_v + n \cdot R = \frac{5}{2} \cdot n \cdot R = \frac{5}{2} \cdot 4 \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} = 83,14 \frac{\text{J}}{\text{K}} \approx \underline{\underline{83 \frac{\text{J}}{\text{K}}}}$

d) $\gamma = \frac{c_p}{c_v} = \frac{5/2 \cdot n \cdot R}{3/2 \cdot n \cdot R} = \frac{5}{3} = \underline{\underline{1,67}}$

e) $p_1 \cdot v_1^\gamma = p_2 \cdot v_2^\gamma \Rightarrow p_2 = p_1 \cdot \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^\gamma = 2,5197 \text{ bar} \cdot \left(\frac{v_1}{v_1/2}\right)^{5/3} = 7,9976 \text{ bar} \approx \underline{\underline{8,0 \text{ bar}}}$

f) $\Delta S = 0$ da reversibel adiabatisch (= isentrop)

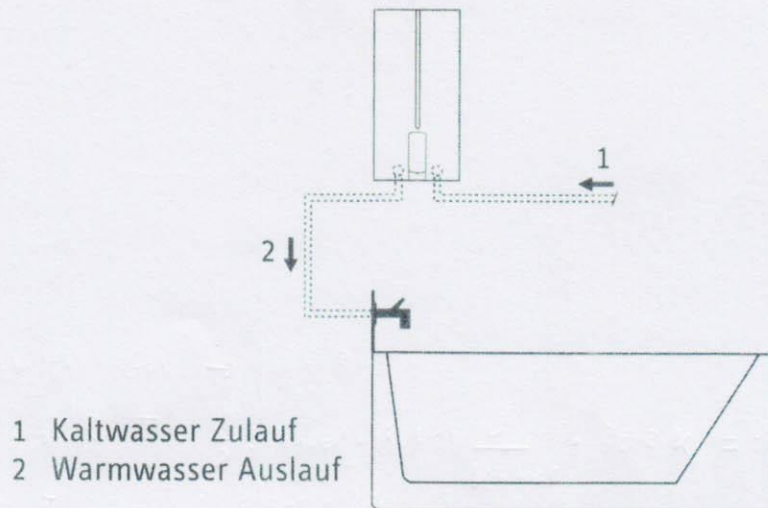


h) $\eta_c = 1 - \frac{T_k}{T_w} = 1 - \frac{293 \text{ K}}{1273 \text{ K}} = 0,7698 \approx \underline{\underline{0,77}}$

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

Aufgabe 6)

Das Warmwasser einer Badewanne wird von einem Durchlauferhitzer mit einer Anschlussleistung von 21kW erhitzt. Im Winter hat der Kaltwasser Zulauf eine Temperatur von 10°C. Die Temperatur des Warmwasser Auslaufs soll 45°C betragen.



- a) Wie groß ist der maximale mögliche Volumenstrom? (6P)
 b) Nach welcher Zeit ist eine Badewanne mit einem Nutzinhalt von 180 Litern gefüllt? (Zeit in Minuten und Sekunden) (2P)
 c) Wie hoch sind die Stromkosten einer Badewannenfüllung bei einem Strompreis von 26,75 ct/kWh? (2P)

$$Q = C \cdot \Delta T$$

$$\Delta T = (45 - 10) \text{ K} = 35 \text{ K}$$

$$C = 180 \text{ kg} \cdot 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} = 752,4 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}$$

$$Q = 752,4 \frac{\text{kJ}}{\text{K}} \cdot 35 \text{ K} = 26334 \text{ kJ}$$

$$b) \quad t = \frac{Q}{P} = \frac{26334 \text{ kJ}}{21 \text{ kW}} = 1254 \text{ s} = \underline{\underline{20 \text{ min } 54 \text{ sek} \approx 21 \text{ min}}}$$

$$a) \quad \dot{V} = \frac{V}{t} = \frac{180 \text{ Liter}}{1254 \text{ s}} = 0,1435 \frac{\text{Liter}}{\text{s}} \approx \underline{\underline{0,14 \text{ Liter/s}}}$$

$$c) \quad \text{Kosten} = 21 \text{ kW} \cdot 1254 \text{ s} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \cdot 26,75 \text{ ct/kWh}$$

$$= 195,67 \text{ ct} \approx \underline{\underline{1 \text{ EUR } 96 \text{ ct}}}$$