

HSD FB EI
Studiengang : WIE

WS 2023 / 24
23.02.2024

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)

Ein harmonischer gedämpfter harmonischer Oszillator beginnt zum Zeitpunkt $t = 0$ seine Schwingung mit einer Anfangsamplitude $A_0 = 10 \text{ cm}$.

Die Amplitude nimmt mit einer Exponentialfunktion ab.

Nach 20 Schwingungen ist die Amplitude auf $A_{20} = 1,0 \text{ cm}$ abgefallen.

- Wie groß ist das Dämpfungsverhältnis $K = \frac{A_0}{A_1}$? (2P)
- Wie groß ist die Energie E_1/E_0 nach der ersten Schwingung? (2P)
- Wie groß ist der Energieverlust $\Delta E/E_0$ nach der ersten Schwingung? (2P)
- Wie groß ist die Güte des Oszillators? (2P)
- Wie groß ist die Resonanzüberhöhung $\frac{A_{\text{Resonanz}}}{A(\omega=0)}$ des Oszillators? (2P)
- Nach wie vielen Schwingungen ist die Amplitude auf $\frac{A_0}{3}$ abgefallen? (2P)

$$a) \quad K = \sqrt[20]{\frac{A_0}{A_{20}}} = \sqrt[20]{\frac{10 \text{ cm}}{1 \text{ cm}}} = \underline{\underline{1,122}}$$

$$b) \quad \frac{E_1}{E_0} = \frac{A_1^2}{A_0^2} = \frac{1}{K^2} = \frac{1}{(1,122)^2} = \frac{1}{1,2589} = \underline{\underline{0,7943}}$$

$$c) \quad \frac{\Delta E}{E_0} = \frac{E_0 - E_1}{E_0} = \frac{E_0 - 0,7943 E_0}{E_0} = 0,20567 \approx \underline{\underline{20,6\%}}$$

$$d) \quad G = 2 \cdot \pi \cdot \frac{E_0}{\Delta E} = 2 \pi \cdot \frac{1}{0,20567} = 30,5495 \approx \underline{\underline{30,5}}$$

$$e) \quad \frac{A_{\text{Res}}}{A(\omega=0)} = G = \underline{\underline{30,5}}$$

$$f) \quad \frac{A_0}{A_n} = K^n = 3 \Rightarrow n = \frac{\ln 3}{\ln K} = \underline{\underline{9,54}}$$

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

Aufgabe 2)

Bei einer adiabatischen Zustandsänderung eines idealen Gases berechnet sich der Druck

$$p_2 = p_1 \cdot \frac{V_1^\kappa}{V_2^\kappa}$$

$$p_1 = (1,00 \pm 0,05) \text{ bar} \quad V_1 = (50,0 \pm 1,8) \text{ Liter} \quad V_2 = (150,0 \pm 2,1) \text{ Liter}$$

 κ wird ohne Fehler mit 7/5 angenommen.

- a) Bestimmen Sie p_2 . (2P)
 b) Bestimmen Sie den Fehler Δp_2 (4P)
 c) Runden Sie das Endergebnis $p_2 \pm \Delta p_2$ nach DIN 1333 (3P)
 d) Wie viele Freiheitsgrade hat das Gas? (1P)

$$a) \quad p_2 = 1,00 \text{ bar} \cdot \left(\frac{50 \text{ L}}{150 \text{ L}} \right)^{1,4} = \underline{\underline{0,21479 \text{ bar}}}$$

$$b) \quad \frac{\Delta p_2}{p_2} = \left| \frac{\Delta p_1}{p_1} \right| + \left| \alpha \cdot \frac{\Delta V_1}{V_1} \right| + \left| \alpha \cdot \frac{\Delta V_2}{V_2} \right|$$

$$= \frac{0,05 \text{ bar}}{1,00 \text{ bar}} + 1,4 \cdot \frac{1,8 \text{ L}}{50,0 \text{ L}} + 1,4 \cdot \frac{2,1 \text{ L}}{150,0 \text{ L}}$$

$$= 0,050 + 0,0504 + 0,0196$$

$$= 0,120$$

$$\Delta p_2 = 0,120 \cdot p_2 = 0,120 \cdot 0,21479 \text{ bar} = \underline{\underline{0,025775 \text{ bar}}}$$

$$c) \quad (p_2 \pm \Delta p_2) = (0,21479 \pm 0,025775) \text{ bar} \approx \underline{\underline{(0,215 \pm 0,026) \text{ bar}}}$$

d) Zwi atomige ideale Gase haben $\alpha = 7/5$

$$\Rightarrow \underline{\underline{f = 5}}$$

A 2b) Lösung mit totalem Differenzial

$$P_2 = P_1 \cdot V_1^x \cdot V_2^{-x}$$

$$\Delta P_2 = \left| \frac{\partial P_2}{\partial P_1} \cdot \Delta P_1 \right| + \left| \frac{\partial P_2}{\partial V_1} \cdot \Delta V_1 \right| + \left| \frac{\partial P_2}{\partial V_2} \cdot \Delta V_2 \right|$$

$$= \left| \frac{\partial (P_1 \cdot V_1^x \cdot V_2^{-x})}{\partial P_1} \cdot \Delta P_1 \right| + \left| \frac{\partial (P_1 \cdot V_1^x \cdot V_2^{-x})}{\partial V_1} \cdot \Delta V_1 \right| + \left| \frac{\partial (P_1 \cdot V_1^x \cdot V_2^{-x})}{\partial V_2} \cdot \Delta V_2 \right|$$

$$= \left| V_1^x \cdot V_2^{-x} \cdot \Delta P_1 \right| + \left| P_1 \cdot V_2^{-x} (x \cdot V_1^{x-1}) \cdot \Delta V_1 \right| + \left| P_1 \cdot V_1^x (-x \cdot V_2^{-x-1}) \cdot \Delta V_2 \right|$$

$$= \left| (50 \text{ L})^{1,4} \cdot (150 \text{ L})^{-1,4} \cdot 0,05 \text{ bar} \right|$$

$$+ \left| 1,00 \text{ bar} \cdot (150 \text{ L})^{-1,4} \cdot 1,4 \cdot (50 \text{ L})^{0,4} \cdot 1,8 \text{ L} \right|$$

$$+ \left| 1,00 \text{ bar} \cdot (50 \text{ L})^{1,4} \cdot (-1,4 \cdot (150 \text{ L})^{-2,4}) \cdot 2,1 \text{ L} \right|$$

$$= 0,0107399 \text{ bar} + 0,010825 \text{ bar} + 0,00421 \text{ bar}$$

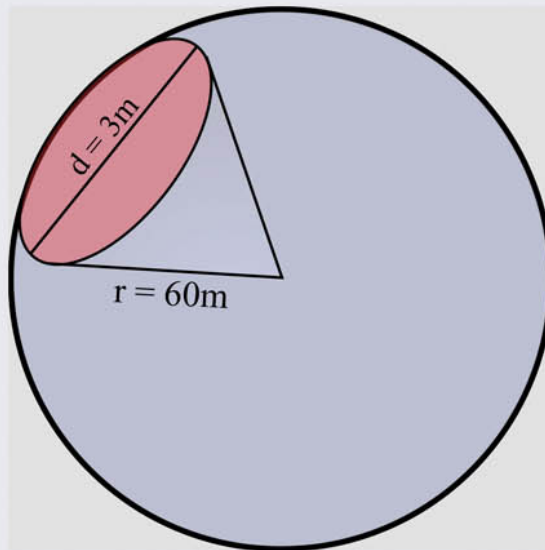
$$= \underline{\underline{0,025775 \text{ bar}}}$$

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

Aufgabe 3)

Mit einem Scheinwerfer wird eine 60 m entfernte Wand angestrahlt. Die kreisförmig beleuchtete Fläche hat einen Durchmesser von 3,0 m, die Beleuchtungsstärke beträgt 4,0 lx.

- a) Wie groß ist der beleuchtete Raumwinkel in sr? (3P)
 b) Welcher Lichtstrom fällt auf den Kreis? (3P)
 c) Wie groß ist Lichtstärke hat die Lichtquelle? (3P)



$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \cdot (3\text{ m})^2}{4} = 7,0686\text{ m}^2 \approx 7,07\text{ m}^2$$

$$a) \quad \Omega = \frac{A}{r^2} = \frac{7,0686\text{ m}^2}{(60\text{ m})^2} = \underline{\underline{0,001964\text{ sr}}}$$

$$b) \quad E = \frac{\Phi}{A} \Rightarrow$$

$$\Phi = E \cdot A = 4,0\text{ lx} \cdot 7,0686\text{ m}^2 = 28,27\text{ lm} \approx \underline{\underline{28\text{ lm}}}$$

$$c) \quad I = \frac{\Phi}{\Omega} = \frac{28,27\text{ lm}}{0,001963\text{ sr}} = 14403\text{ cd} \approx \underline{\underline{14400\text{ cd}}}$$

Name.....Mat.Nr.:

Aufgabe 4)

Ein Hochtemperatursupraleiter mit einer temperaturunabhängigen Wärmekapazität von 100 J/K soll mit flüssigem Stickstoff von 20°C auf 77K abgekühlt werden.
Wieviel Liter flüssiger Stickstoff verdampft bei diesem Vorgang. (8P)

Dichte von flüssigem Stickstoff: $\rho(\text{LN}_2) = 0,807 \text{ g/cm}^3$

$$\Delta T = (273 + 20 - 77) \text{ K} = 216 \text{ K}$$

Wärmemenge, die dem SL entzogen werden muss,
um ihn abzukühlen

$$Q_{\text{SL}} = C \cdot \Delta T = 100 \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot 216 \text{ K} = 21600 \text{ J} = 21,6 \text{ kJ}$$

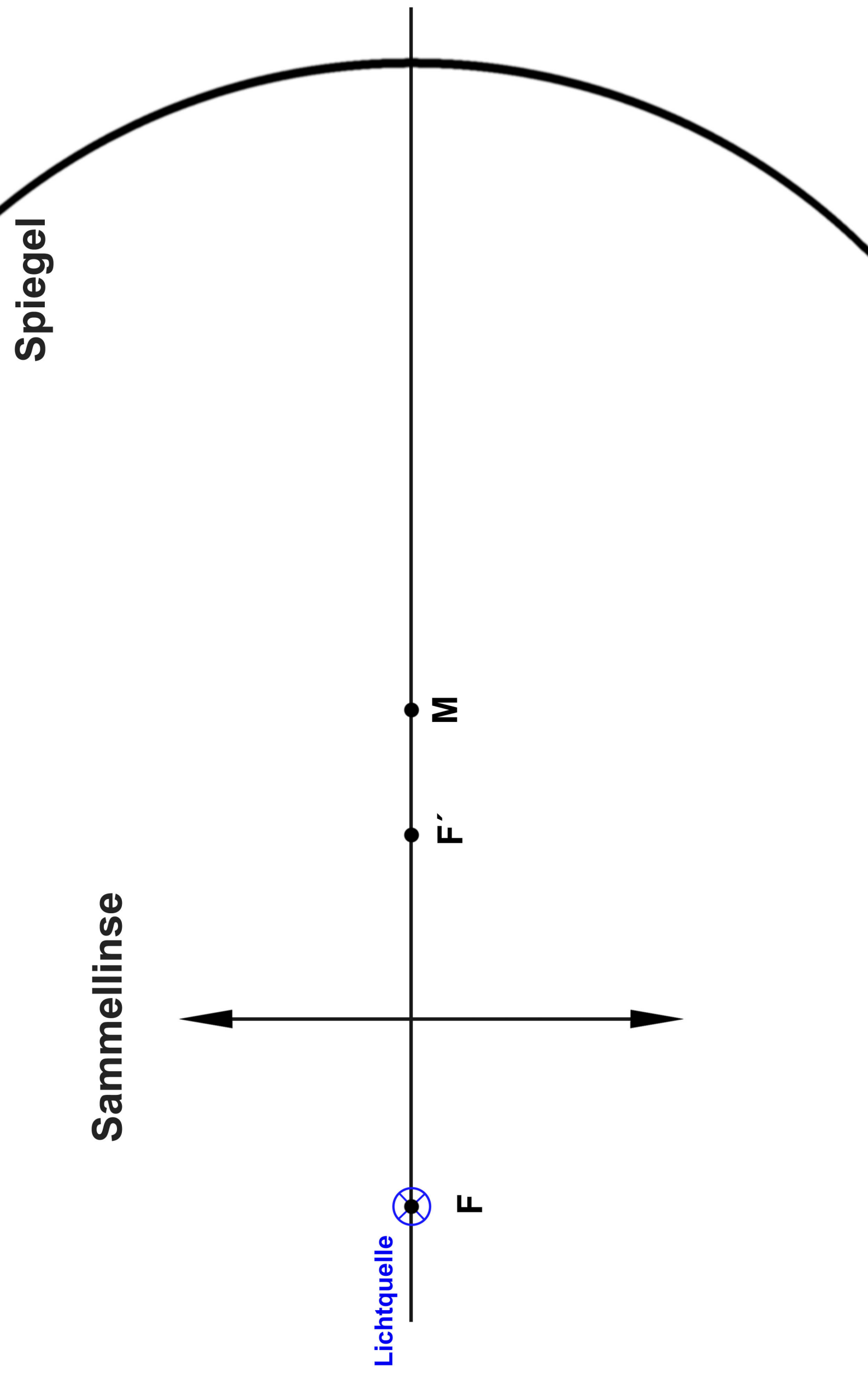
Dies entspricht der Wärmemenge der verdampfenden
Stickstoffs

$$Q_{\text{SL}} = Q_{\text{B}}(\text{N}_2) = q_{\text{L}} \cdot m \quad q_{\text{L}}(\text{N}_2) = 198 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad (\text{BKLTab. 25})$$

$$m = \frac{Q}{q_{\text{L}}} = \frac{21,6 \text{ kJ}}{198 \text{ kJ/kg}} = 0,1091 \text{ kg} \approx 0,11 \text{ kg}$$

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{0,1091 \text{ kg}}{0,807 \text{ kg/Liter}} = 0,1352 \text{ Liter} \approx \underline{\underline{0,14 \text{ Liter}}}$$

$$1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1 \frac{\text{kg}}{\text{Liter}}$$



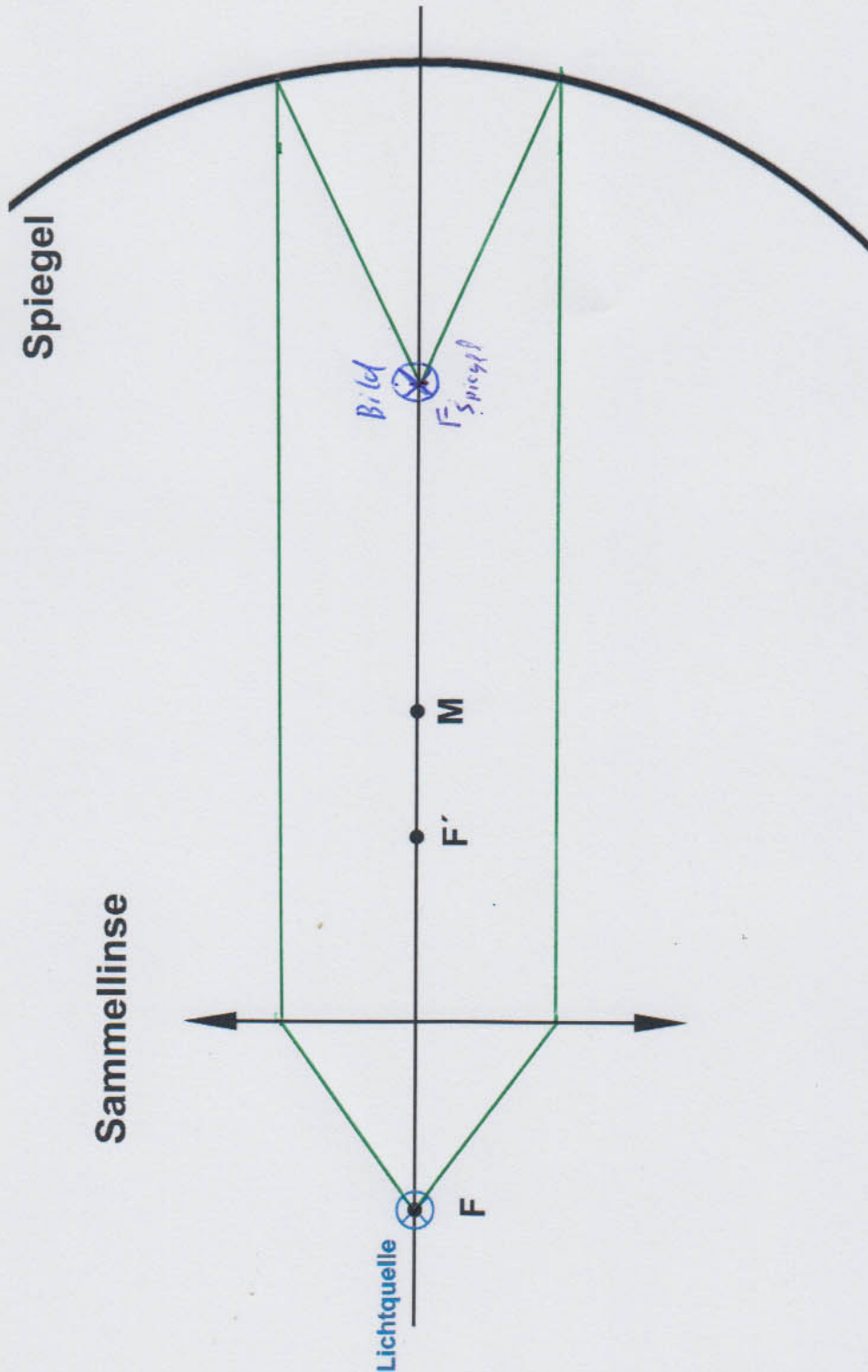
Name.....Mat.Nr.:

Aufgabe 5)

Im Brennpunkt einer dünnen Sammellinse befindet sich eine punktförmige Lichtquelle.

- a) Konstruieren Sie das Bild der Lichtquelle. (8P)
- 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)

In zwei thermisch isolierten, abgeschlossenen Druckgasflaschen befindet sich ein ideales einatomiges Gas.

Flasche 1 hat ein Volumen von 10 Liter und der Gasdruck beträgt 15 bar bei einer Temperatur von 20 °C.

Flasche 2 hat ein Volumen von 40 Liter und der Gasdruck beträgt 8 bar bei einer Temperatur von 20 °C.

- Wie groß sind die Stoffmengen in mol der einzelnen Gase? (2P)
- Wie ändert sich die Temperatur, wenn die beiden Flaschen miteinander verbunden werden? (1P)
- Welcher gemeinsame Druck stellt sich ein? (2P)
- Wie groß ist die innere Energie der beiden Gase? (2P)
- Dem System wird quasistatisch eine Wärmemenge von 10 kJ zugeführt. Wie groß ist die dabei verrichtete Arbeit ΔW ? (1P)
- Welche Temperatur stellt sich nach der Zustandsänderung ein? (2P)
- Welcher Druck stellt sich nach der Zustandsänderung ein? (2P)
- Zeichnen Sie ein pV-Diagramm dieser Zustandsänderung. (2P)
- Wie groß ist die Entropieänderung bei dieser Zustandsänderung? (2P)
(Es ist ausreichend eine Näherung anzugeben)

$$a) \quad p \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow n = \frac{p \cdot V}{R \cdot T}$$

$$n_1 = \frac{15 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 10 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot (273 + 20) \text{ K}} = 6,158 \text{ mol} \approx \underline{\underline{6,2 \text{ mol}}}$$

$$n_2 = \frac{8 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 40 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 293 \text{ K}} = 13,136 \text{ mol} \approx \underline{\underline{13,1 \text{ mol}}}$$

b) Da es sich um ideale Gase handelt ändert sich die Temperatur nicht. $T = \text{const}$

$$c) \quad p_{\text{ges}} = \frac{p_1 \cdot V_1 + p_2 \cdot V_2}{V_{\text{ges}}} = \frac{15 \text{ bar} \cdot 10 \text{ l} + 8 \text{ bar} \cdot 40 \text{ l}}{50 \text{ l}} = \underline{\underline{9,4 \text{ bar}}}$$

$$d) \quad n_{\text{ges}} = n_1 + n_2 = (6,158 + 13,136) \text{ mol} = 19,294 \text{ mol}$$

$$U = \frac{f}{2} \cdot n \cdot R \cdot T = \frac{3}{2} \cdot 19,294 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 293 \text{ K}$$

$$= 70500 \text{ J} = \underline{\underline{70,5 \text{ kJ}}}$$

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

Zu Aufgabe 6)

$$e) \Delta W = 0 \quad du \quad dV = 0$$

$$f) \Delta U = \Delta Q + \underbrace{\Delta W}_{=0} \quad 1.175$$

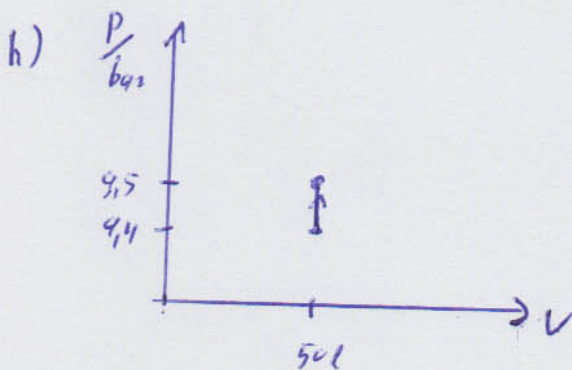
$$\Rightarrow \Delta T = \frac{2 \cdot \Delta Q}{f \cdot n \cdot R} = \frac{2 \cdot 10000 \text{ J}}{3 \cdot 19,294 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

$$= 41,56 \text{ K} \approx 42 \text{ K}$$

$$T_E = T_A + \Delta T = 20^\circ \text{C} + 42^\circ \text{C} = \underline{\underline{62^\circ \text{C} = 335 \text{ K}}}$$

$$g) p = \frac{n \cdot R \cdot T_E}{V_{\text{gas}}} = \frac{19,294 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 335 \text{ K}}{50 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}$$

$$= 1074744 \text{ Pa} \approx \underline{\underline{10,7 \text{ bar}}}$$



$$i) dS = \frac{dQ}{T}$$

Da die Temperatur sich nur geringfügig ändert, kann man näherungsweise rechnen

$$\Delta S \approx \frac{\Delta Q}{T_m} = \frac{10000 \text{ J}}{314 \text{ K}} = \underline{\underline{31,8 \frac{\text{J}}{\text{K}}}}$$

$$ii) \Delta S = n \cdot C_V \cdot \ln \frac{T_2}{T_1} = n \cdot \frac{f}{2} \cdot R \cdot \ln \frac{T_2}{T_1}$$

$$= 19,294 \text{ mol} \cdot \frac{3}{2} \cdot 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \ln \left(\frac{335 \text{ K}}{293,29 \text{ K}} \right) = \underline{\underline{32,0 \frac{\text{J}}{\text{K}}}}$$

Name.....Mat.Nr.:

Aufgabe 7)

Sind folgende Aussagen wahr oder falsch. Begründen Sie ihre Aussage

- a) Wird eine bikonvexe Sammellinse aus Kronglas unter Wasser getaucht, so vergrößert sich die Brennweite der Linse. (3P)

wahr

Da der Brechungsindex von Kronglas größer ist als der von Wasser bleibt es eine Sammellinse. Da der Unterschied in den Brechungsindizes zwischen Glas & Wasser kleiner ist als der von Glas & Luft, wird nach dem Snelliuschen Brechungsgesetz das Licht weniger gebrochen \Rightarrow drehen parallel es Licht tritt später auf die optische Achse

- b) Schallwellen können nur in Festkörpern polarisiert werden. (3P)

wahr

Es können nur Transversalwellen polarisiert werden. Da der Schubmodul von Flüssigkeiten & Gasen gleich null ist, können sich in diesen Medien nur Longitudinalwellen ausbreiten.

- c) Ein Regenbogen ist am Abend größer als Mittags. (3P)

wahr

Um einen Regenbogen zu sehen, muss man auf die Wassertropfen blicken, die wir unter einem Winkel von ca. 42° gegen die Richtung des von hinten kommenden Sonnenlichtes sehen. Steht die Sonne tief, wie kurz vor Sonnenuntergang, ist der Regenbogen entsprechend größer.