

HSD FB EI
Studiengang : alle

SS 2025
16.07.2025

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

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

Vorname..... Platz. Nr.....

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. Keine Sonderzeichen oder griechische Buchstaben ...)

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

ja

nein

Punktzahl Klausur:

Prüfer:

Note :

Datum:

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

Aufgabe 1)

Zwei Widerstände $R_1 = 470 \Omega$ und $R_2 = 220 \Omega$ werden parallelgeschaltet. Beide Widerstände haben eine Toleranz von $\pm 5\%$. Der Gesamtwiderstand berechnet sich zu

$$R_{ges} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

- a) Wie groß ist der Gesamtwiderstand? (1P)
 b) Wie groß ist die absolute Toleranz der Parallelschaltung auf 4 signifikante Ziffern? (6P)
 c) Runden Sie das Endergebnis ($R_{ges} \pm \Delta R_{ges}$) nach DIN 1333. (3P)
 d) Zusatzfrage: Wie lautet der Farbcode für R_1 und R_2 ? (2P)

$$a) R_{ges} = \frac{470 \Omega \cdot 220 \Omega}{470 \Omega + 220 \Omega} = \underline{\underline{149,85507 \Omega}}$$

$$b) \Delta R_1 = 470 \Omega \cdot 0,05 = 23,5 \Omega \quad \Delta R_2 = 220 \Omega \cdot 0,05 = 11,0 \Omega$$

$$\frac{\partial R_{ges}}{\partial R_1} = \frac{\partial}{\partial R_1} \left(\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \right) = R_2 \cdot \frac{\partial}{\partial R_1} \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$= R_2 \cdot \frac{(R_1 + R_2) - R_1(1+0)}{(R_1 + R_2)^2} = \frac{R_2^2}{(R_1 + R_2)^2}$$

$$\text{analog} \quad \frac{\partial R_{ges}}{\partial R_2} = \frac{R_1^2}{(R_1 + R_2)^2}$$

$$\Delta R_{ges} = \left| \frac{\partial R_{ges}}{\partial R_1} \cdot \Delta R_1 \right| + \left| \frac{\partial R_{ges}}{\partial R_2} \cdot \Delta R_2 \right| = \frac{R_2^2}{(R_1 + R_2)^2} \cdot \Delta R_1 + \frac{R_1^2}{(R_1 + R_2)^2} \cdot \Delta R_2$$

$$= \frac{(220 \Omega)^2}{(470 \Omega + 220 \Omega)^2} \cdot 23,5 \Omega + \frac{(470 \Omega)^2}{(470 \Omega + 220 \Omega)^2} \cdot 11,0 \Omega$$

$$= \frac{48400}{476100} \cdot 23,5 \Omega + \frac{220900}{476100} \cdot 11,0 \Omega$$

$$= 2,3884934 \Omega + 5,1037597 \Omega = 7,49225 \Omega \approx \underline{\underline{7,493 \Omega}}$$

$$c) (R_{ges} \pm \Delta R_{ges}) = 149,85507 \Omega \pm 7,49275 \Omega \approx \underline{\underline{(150 \pm 8) \Omega}}$$

d) 470Ω : gelb lila braun gold 220Ω : rot rot braun gold

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

Aufgabe 2)

Gegeben ist eine harmonische Schwingung für die gilt:

Amplitude $A = 5\text{cm}$, Periodendauer $T = 0,2\text{s}$, mit der Anfangsbedingung $y(t = 0) = 2,5\text{cm}$ und ansteigender Flanke.

- a) Geben Sie die Schwingungsfunktion $y(t)$ an. (2P)
- b) Bestimmen Sie die Geschwindigkeit $v(t)$ und die Beschleunigung $a(t)$. (4P)
- c) Geben Sie die maximale Beschleunigung als Vielfaches der Erdbeschleunigung g an. (2P)
- d) Zeichnen Sie die Schwingungsfunktion $y(t)$ und die Beschleunigung $a(t)$ mit allen relevanten Größen. (4P)

$$y) \quad y(t) = A \cdot \sin(\omega t + \varphi)$$

$$y(t=0) = 2,5\text{cm} = 5\text{cm} \cdot \sin(0 + \varphi) \Rightarrow \varphi = \arcsin \frac{1}{2} = 30^\circ \text{ bzw. } \frac{\pi}{6}$$

Die Lösung $\varphi = 150^\circ$ scheidet aus, da ansteigende Flanke.

$$\underline{\underline{y(t) = 5\text{cm} \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{0,25} \cdot t + \frac{\pi}{6}\right) = 5\text{cm} \cdot \sin(10\pi t + \frac{\pi}{6})}}$$

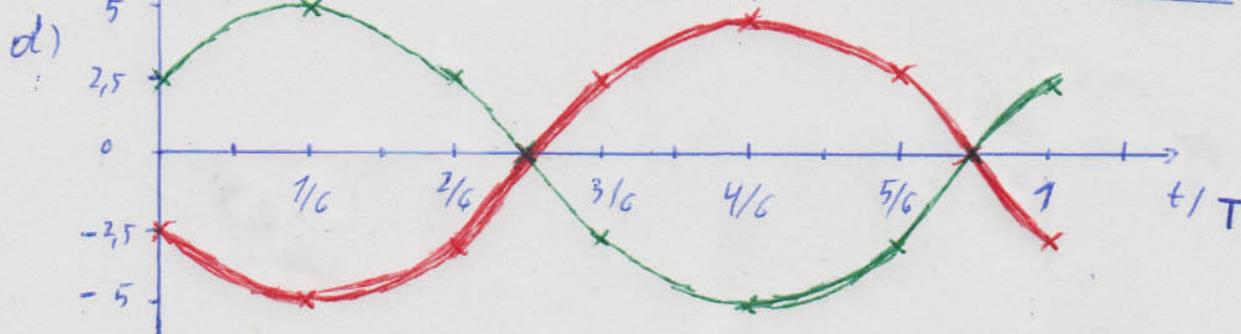
$$b) \quad v(t) = \frac{dy(t)}{dt} = \frac{d}{dt} A \cdot \sin(\omega t + \varphi) = A \cdot \omega \cdot \cos(\omega t + \varphi)$$

$$= 5\text{cm} \cdot 10\pi \text{ s}^{-1} \cdot \cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{6}\right) = \underline{\underline{1,57 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{6}\right)}}$$

$$a(t) = \frac{dv(t)}{dt} = \frac{d}{dt} (A \cdot \omega \cos(\omega t + \varphi)) = -A \cdot \omega^2 \cdot \sin(\omega t + \varphi)$$

$$= -5\text{cm} \cdot (10\pi \text{ s}^{-1})^2 \cdot \sin\left(10\pi t + \frac{\pi}{6}\right) = \underline{\underline{-44,35 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \sin\left(10\pi t + \frac{\pi}{6}\right)}}$$

$$c) \quad |v_{\max}| = 44,35 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \frac{1g}{9,81 \text{ m/s}^2} = 5,03g \approx \underline{\underline{5g}}$$



a) alternativ

$$y(t) = A \cdot \cos(\omega t + \varphi)$$

$$y(t=0) = 2,5 \text{ cm} = 5 \text{ cm} \cdot (\cos(0 + \varphi))$$

$$\Rightarrow \varphi = \arccos\left(\frac{1}{2}\right) = \begin{cases} +\pi/3 \text{ bzw } 60^\circ & \text{abfallende Flanke} \\ -\pi/3 \text{ bzw } -60^\circ & \text{anstiegende Flanke} \end{cases}$$

$$\Rightarrow y(t) = 5 \text{ cm} \cos\left(10\pi \cdot t - \frac{\pi}{6}\right)$$

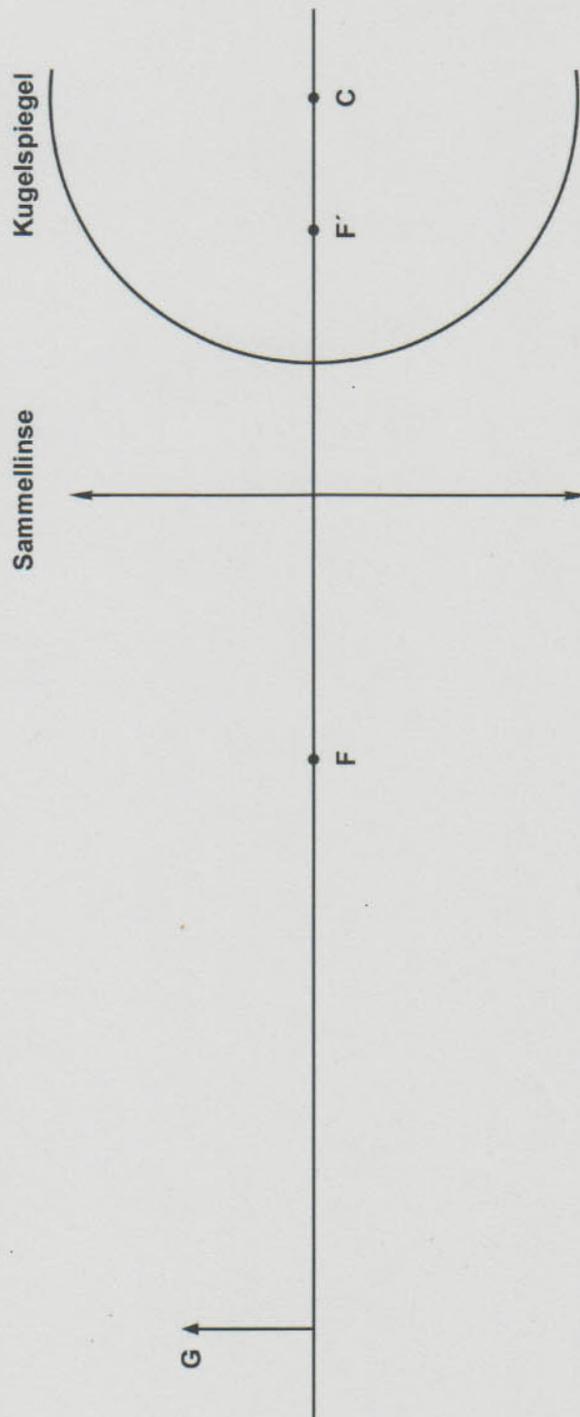
Name.....Mat.Nr.....

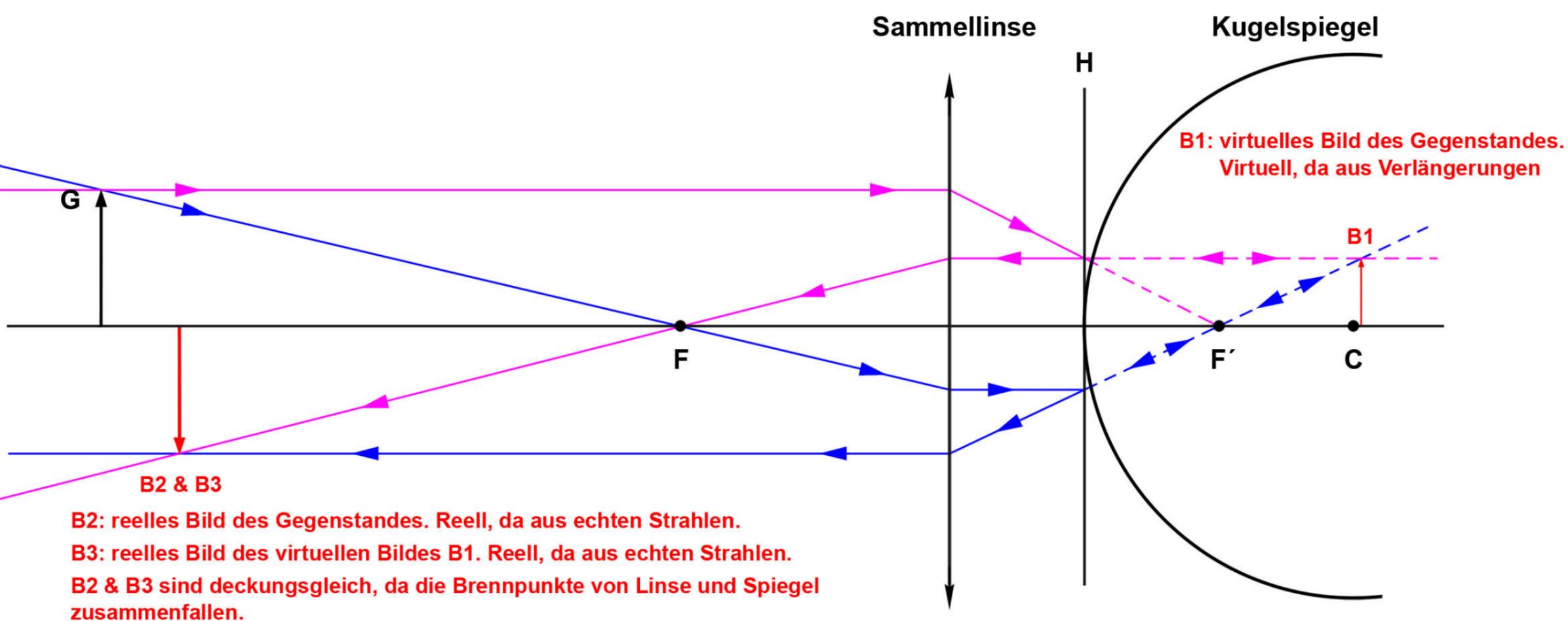
Aufgabe 3)

Durch eine Sammellinse und einen Kugelspiegel wird ein Gegenstand abgebildet.

- a) Konstruieren Sie die entstehenden Bilder. (12P)
- b) Handelt es sich um reelle oder virtuelle Bilder? Begründen Sie Ihre Aussage. (3P)

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





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

Aufgabe 4)

Für die Zubereitung eines Essens müssen 500ml Leitungswasser von Zimmertemperatur zum kochen gebracht und anschließend verdampft werden.

- a) Welche Wärmemenge ist dafür erforderlich? (8P)
- b) Das Wasser wird auf einer Herdplatte mit einer Leistung von 1500W erhitzt. Der Wirkungsgrad bei der Umwandlung der elektrischen Energie in Wärme betrage 90%. Wie lange dauert es, bis das Wasser vollständig verdampft ist? (2P)
- c) Welche Stromkosten entstehen für die Zubereitung des Essens bei einem Strompreis von 35ct/kWh? (2P)

Die Wärmekapazität des Kochtopfes betrage 200J/K

a) Wasser erhitzen

$$C_{H_2O} = 0,5 \text{ kg} \cdot 4,18 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = 2,09 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$C_{\text{Ges}} = C_{H_2O} + C_{\text{Topf}} = (2,09 + 0,2) \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1} = 2,29 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$Q_w = C_{\text{Ges}} \cdot \Delta T = 2,29 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1} \cdot (100 - 20) \text{ K} = 183,2 \text{ kJ}$$

Wasser verdampfen

$$q_b(H_2O) = 2256 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$$

$$Q_b = 2256 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 0,5 \text{ kg} = 1128 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{ges}} = Q_w + Q_b = (183,2 + 1128) \text{ kJ} = 1311,2 \text{ kJ} \approx \underline{\underline{1,31 \text{ MJ}}}$$

$$b) \quad t = \frac{Q_{\text{ges}}}{P \cdot \eta} = \frac{1311,2 \text{ kJ}}{1,5 \text{ kW} \cdot 0,9} = 971 \text{ s} = 16 \text{ min } 11 \text{ s} \approx \underline{\underline{16 \text{ min}}}$$

$$c) \quad \text{Preis} = \frac{1,3112 \text{ MJ}}{0,9} \cdot \frac{1 \text{ kWh}}{3,6 \text{ MJ}} \cdot 35 \frac{\text{ct}}{\text{kWh}} = 14,16 \text{ ct}$$

$$\approx \underline{\underline{14 \text{ ct}}}$$

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

Aufgabe 5)

In einem Kolben ist die Stoffmenge $n = 2 \text{ mol}$ eines idealen, zweiatomigen Gases eingeschlossen. In diesem Zustand sind $p_1 = 1,0 \text{ bar}$ und $V_1 = 50 \text{ Liter}$. Danach wird das Gas in zwei aufeinander folgenden Prozessen wie folgt erwärmt:

Von dem Zustand 1 in den Zustand 2 bei konstantem Volumen auf den Druck $p_2 = \frac{7}{5} p_1$.

Von dem Zustand 2 in den Zustand 3 bei konstantem Druck p_2 auf das Volumen $V_3 = \frac{3}{2} V_1$.

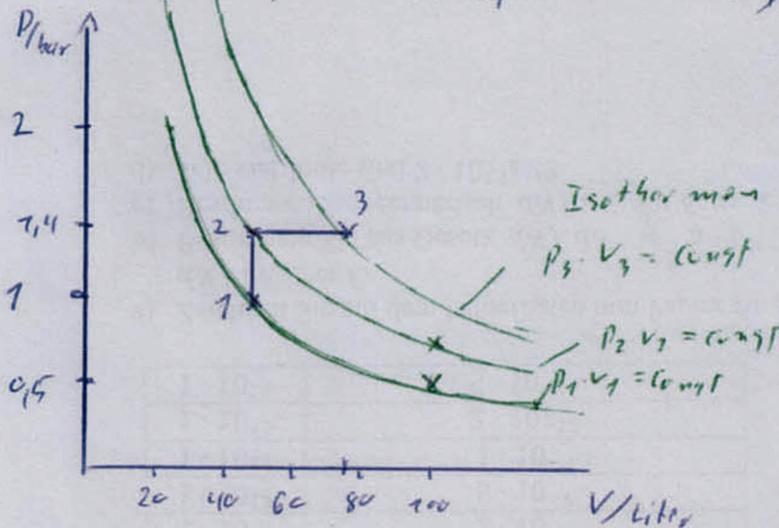
- a) Berechnen Sie die Temperaturen T_1, T_2 und T_3 . (3P)
- b) Skizzieren sie die beiden Prozesse in einem p, V - Diagramm. (4P)
Zeichnen Sie in das Diagramm die Isothermen von T_1, T_2 und T_3 ein. (1P)
- c) Berechnen Sie die umgesetzte Wärme Q_{12} und Q_{23} sowie die Volumenarbeit W_{12} und W_{23} . (6P)
- d) Welche mittlere kinetische Energie in Elektronenvolt hat ein Molekül des Gases im Anfangszustand 1? (2P)

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T \quad \frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} = \frac{p_3 \cdot V_3}{T_3}$$

$$T_1 = \frac{p_1 \cdot V_1}{n \cdot R} = \frac{10^5 \text{ Pa} \cdot 50 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{2 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J/K} \cdot \text{mol}} = 300,69 \text{ K} \approx \underline{\underline{301 \text{ K}}}$$

$$T_2 = T_1 \cdot \frac{p_2}{p_1} = 300,69 \text{ K} \cdot \frac{7}{5} = 420,97 \text{ K} \approx \underline{\underline{421 \text{ K}}}$$

$$T_3 = T_2 \cdot \frac{V_3}{V_2} = T_1 \cdot \frac{p_2}{p_1} \cdot \frac{V_3}{V_1} = 300,69 \text{ K} \cdot \frac{7}{5} \cdot \frac{3}{2} = 631,449 \text{ K} \approx \underline{\underline{631 \text{ K}}}$$



c) $W_{12} = 0$

$$Q_{12} = C_V \cdot \Delta T = n \cdot \frac{f}{2} \cdot R \cdot \Delta T$$

$$= 2 \text{ mol} \cdot \frac{5}{2} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot (420,97 - 300,69) \text{ K}$$

c) $W_{23} = -p_2 \cdot (V_3 - V_2) = -\frac{7}{5} \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot \left(\frac{3}{2} - 1\right) \cdot 50 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
 $= -3500 \text{ J} = \underline{\underline{-3,5 \text{ kJ}}}$

$$= 5000 \text{ J} = \underline{\underline{5,0 \text{ kJ}}}$$

$$Q_{23} = C_p \cdot \Delta T = (C_V + n \cdot R) \cdot \Delta T = n \cdot \left(\frac{5}{2} + 1\right) \cdot R \cdot \Delta T$$

$$= 2 \text{ mol} \cdot \frac{7}{2} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot (631,45 - 420,97) \text{ K} = 12250 \text{ J} \approx \underline{\underline{12,2 \text{ kJ}}}$$

d) $E_{kin} = \frac{f}{2} \cdot k_B \cdot T = \frac{5}{2} \cdot 1,3802 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot 300,69 \text{ K} = 1,0375 \cdot 10^{-20} \text{ J} = 64,76 \text{ meV}$
 $\approx 65 \text{ meV}$

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

Aufgabe 6)

In Effelsberg in der Eifel steht das größte frei bewegliche Radioteleskop Europas. Seine Parabolantenne hat einen Durchmesser von 100m.

- a) Welche Empfangsfläche hat die Parabolantenne? (Abschattungen durch innere Aufbauten können vernachlässigt werden.) (1P)
- b) Würde man ein Smartphone mit einer Sendeleistung von 2W auf dem Mond in einer Entfernung von 400000km platzieren wäre es eines der stärksten empfangenen Radiosignale. Das Smartphone wird als Kugelstrahler angenommen. Wie groß ist die Intensität des Signals an der Parabolantenne? (4P)
- c) Das empfangene Signal wird im Brennpunkt der Antenne gebündelt. Welche Verstärkung in dB wird benötigt, um daraus ein Ausgangssignal mit einer Leistung von 1mW zu erzeugen? (3P)
- d) In der Radioastronomie wird die Strahlungsflussdichte, üblicherweise in Jansky (Jy) angegeben. Ein Jansky entspricht 10^{-26} Watt pro Quadratmeter pro Hertz ($1 \text{ Jy} = 10^{-26} \text{ W m}^{-2} \text{ Hz}^{-1}$). Welche Strahlungsflussdichte in Jy hat das von dem Smartphone empfangene Signal bei einer Bandbreite von 10kHz? (2P)
- e) Welche Winkelauflösung hat das Teleskop bei einer Empfangsfrequenz von 30MHz? (2P)

$$a) \quad A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \cdot (100 \text{ m})^2}{4} = 7853,98 \text{ m}^2 \approx \underline{\underline{7854 \text{ m}^2}}$$

$$b) \quad I = \frac{P}{\text{Kugeloberfläche}} = \frac{P}{4\pi r^2} = \frac{2 \text{ W}}{4\pi \cdot (400000 \cdot 10^3)^2 \text{ m}^2} = 9,947 \cdot 10^{-19} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$\approx \underline{\underline{1,0 \cdot 10^{-18} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}}$$

$$c) \quad P_{\text{ein}} = 9,947 \cdot 10^{-19} \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 7854 \text{ m}^2 = 7,8125 \cdot 10^{-15} \text{ W}$$

$$V = 10 \text{ dB} \cdot \log \frac{P}{P_0} = 10 \text{ dB} \cdot \log \frac{1 \cdot 10^{-3} \text{ W}}{7,8125 \cdot 10^{-15} \text{ W}} =$$

$$= \underline{\underline{111 \text{ dB}}}$$

$$d) \quad I_s = 1,0 \cdot 10^{-18} \frac{\text{W}}{\text{m}^2} / 10 \cdot 10^3 \text{ Hz} = 1 \cdot 10^{-22} \text{ W m}^{-2} \text{ Hz}^{-1}$$

$$= 1 \cdot 10^{-22} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{Hz}^{-1} \cdot \frac{1 \text{ Jy}}{1 \cdot 10^{-26} \text{ m}^{-2} \text{ Hz}^{-1}} = \underline{\underline{10000 \text{ Jy}}}$$

$$e) \quad \theta_{\text{min}} = \frac{1}{0,8} \cdot \frac{\lambda}{d} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s} / 30 \cdot 10^6 \text{ s}^{-1}}{0,8 \cdot 100 \text{ m}} = 0,125 \text{ rad} \approx \underline{\underline{7,2^\circ}}$$