

HSD FB EI
Studiengang : alle

WS 2024 / 25

24.02.2025

PO

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:

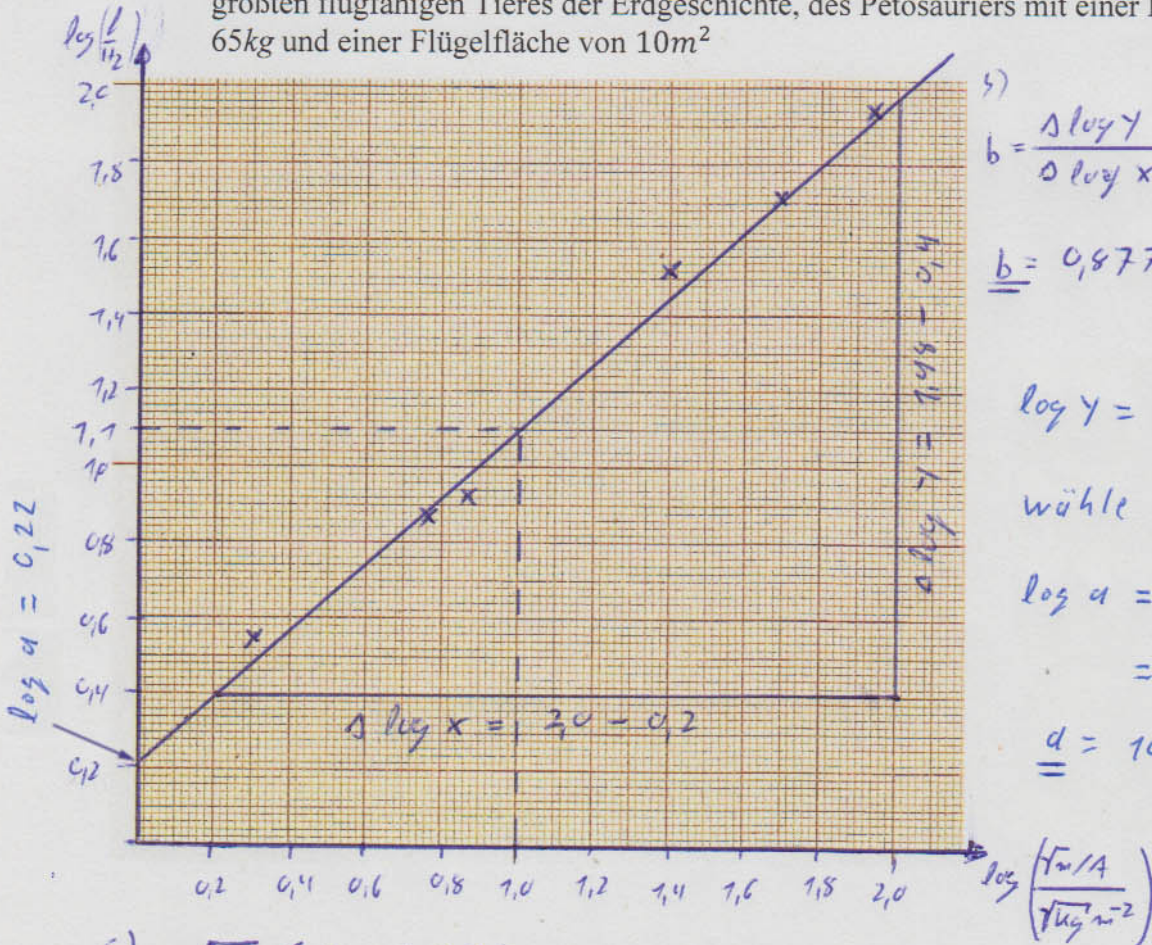
Name.....Mat.Nr:.....

Aufgabe 1)

In der Biophysik stellte man einen universellen Zusammenhang bei der Frequenz des Flügelschlags in Abhängigkeit von der Wurzel der Masse geteilt durch die Flügelfläche fest. Es besteht eine Potenzabhängigkeit der Form $f = a \cdot (\sqrt{m} / A)^b$.

	$\frac{\sqrt{m} / A}{\text{kg}^{1/2} \text{m}^{-2}} = x$	$\frac{f}{\text{Hz}} = y$	$\log \left(\frac{\sqrt{m} / A}{\sqrt{\text{kg} \text{m}^{-2}}} \right)$	$\log \frac{f}{\text{Hz}}$
Vogel 1	2,0	3,5	0,301	0,544
Schwingenflugzeug	5,7	7,5	0,756	0,875
Fledermaus	7,4	8,3	0,869	0,919
Vogel 2	27	33	1,431	1,519
Insekt 1	49	52	1,690	1,716
Insekt 2	85	92	1,929	1,944

- a) Fertigen Sie auf dem beigegeführten Millimeterpapier ein möglichst großes, geeignetes Diagramm an, aus dem zu erkennen ist, dass es sich um eine Potenzfunktion handelt. (4P)
- b) Bestimmen Sie aus der Zeichnung die Konstanten des Potenzgesetzes. (4P)
- c) Bestimmen Sie mit der Formel die vermutliche Flatterfrequenz des wahrscheinlich größten flugfähigen Tieres der Erdgeschichte, des Petosauriers mit einer Masse von 65kg und einer Flügelfläche von 10m² (2P)



$$b = \frac{\Delta \log y}{\Delta \log x} = \frac{1,48 - 0,4}{2,0 - 0,2} = \frac{1,08}{1,8}$$

$$\underline{b = 0,8777 \approx 0,88}$$

$$\log y = \log a + b \cdot \log x$$

$$\text{wähle } \log x = 1 \Rightarrow$$

$$\log a = 1,1 - 0,88 \cdot 1 = 0,22$$

$$\underline{a = 10^{0,22} = 1,6595 \approx 1,66}$$

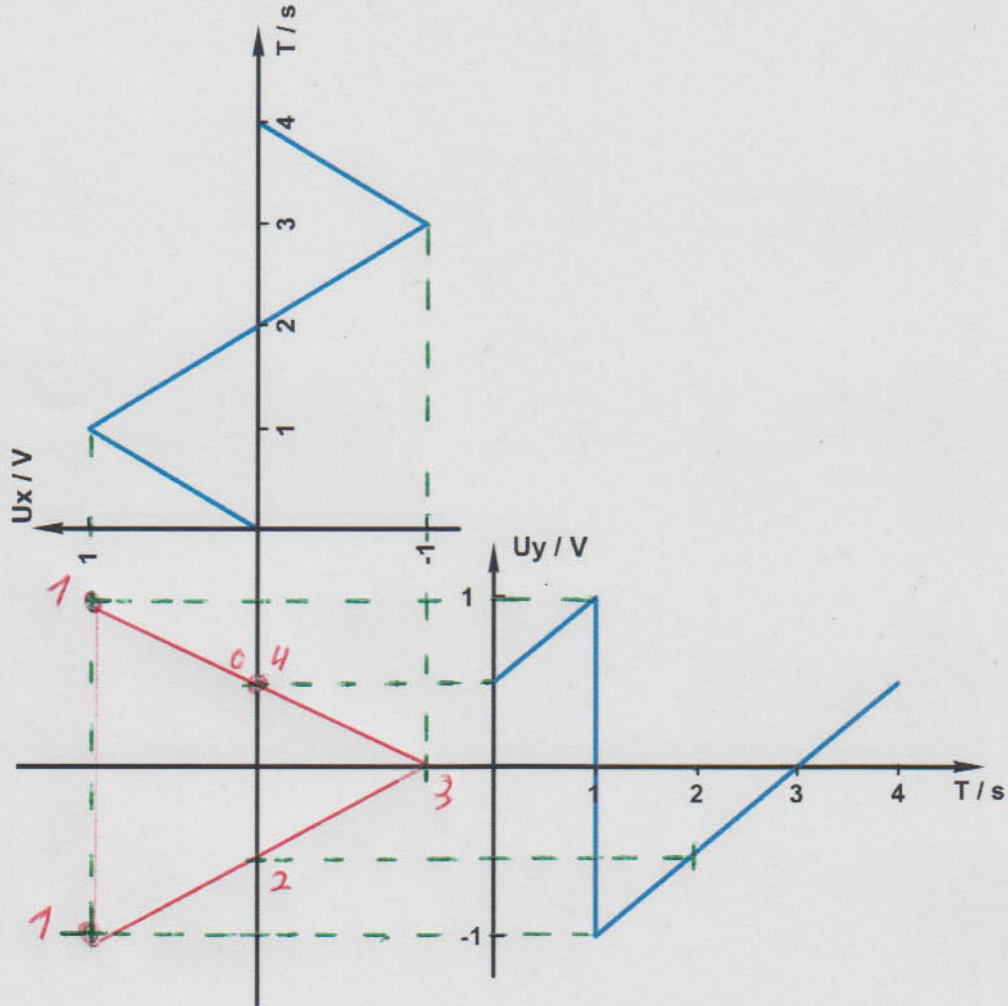
$$c) \sqrt{65} / 10 = 0,806$$

$$\underline{\underline{\frac{f}{\text{Hz}} = 1,66 \cdot (0,806)^{0,88} = 1,453 \approx 1,5}}$$

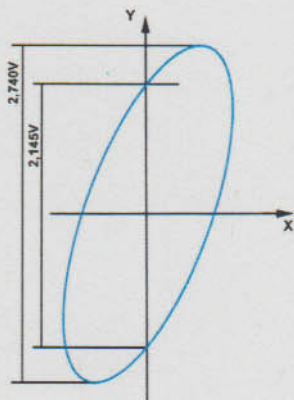
Name.....Mat.Nr:.....

Aufgabe 2)

- a) Eine Dreiecksspannung und ein phasenverschobener Sägezahn gleicher Frequenz und Amplitude werden auf einem Oszilloscope im XY-Modus angezeigt. Konstruieren Sie aus den aufgezeichneten Spannungen die zugehörige Lissajous-Figur. (8P)



- b) Bestimmen Sie aus der abgebildeten Lissajous-Figur die Phasenverschiebung der beiden Sinussignale. $U_{max} = 2,740V$ $U_0 = 2,145V$ (2P)



$$\varphi = \arcsin\left(\frac{2,145V}{2,740V}\right) = \underline{\underline{51,5^\circ}}$$

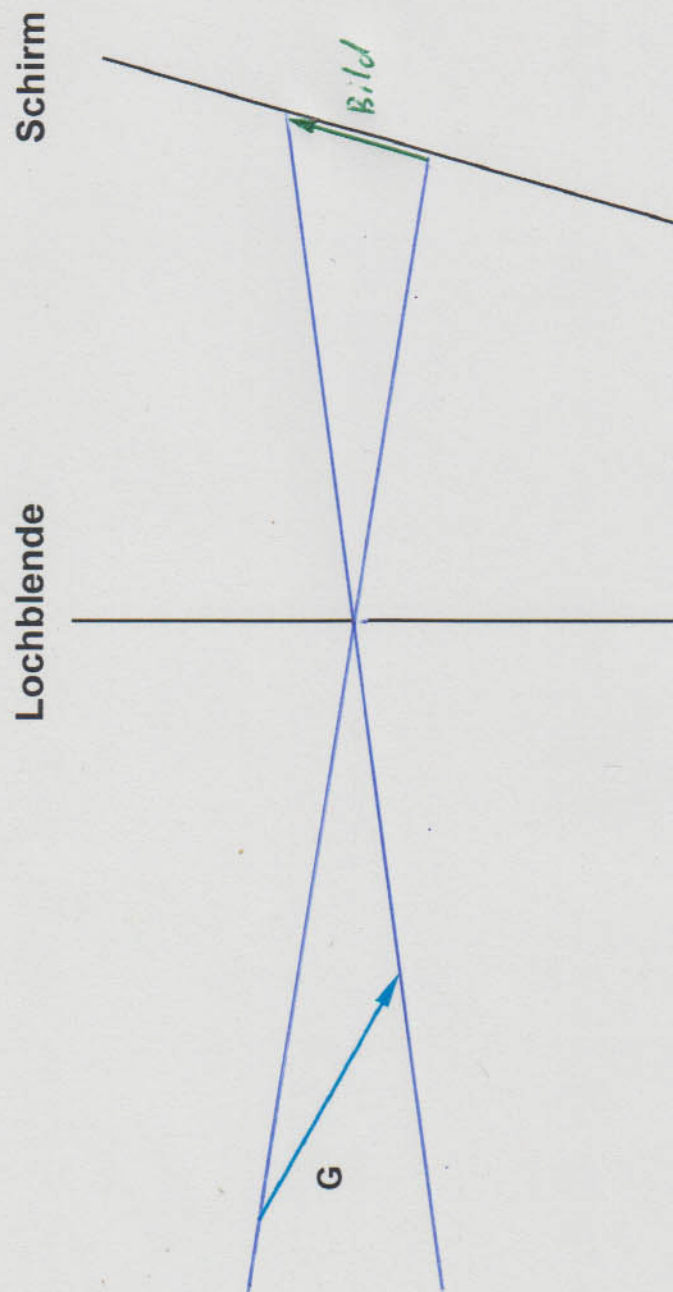
Name.....Mat.Nr.....

Aufgabe 3)

Durch eine Lochblende wird ein Gegenstand auf einen Schirm projiziert.
Das Loch soll groß im Vergleich zur Wellenlänge sein, so dass Beugungseffekte vernachlässigt werden können.

- a) Konstruieren Sie das Bild des Gegenstandes auf dem Schirm. (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.



Es handelt sich um ein reelles Bild, da es von echten Strahlen erzeugt wird.

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

Aufgabe 4)

In einem Styroporbecher befinden sich 0,3 Liter Wasser bei einer Temperatur von 30 °C. Dazu werden drei Eiswürfel gegeben, mit einer Temperatur von 0 °C und einer Masse von je 25 g haben.

- a) Welche Mischungstemperatur stellt sich nach dem Erreichen des thermischen Gleichgewichtes ein? (10P)
 b) Wie hoch ist die Endtemperatur, wenn man acht Eiswürfel anstelle von drei hinzugibt? (2P)

Vernachlässigen Sie bei Ihrer Rechnung die Abkühlung des Styroporbechers und betrachten Sie ihn als einen Gegenstand mit einer Wärmekapazität von 0.

- a) Die von dem Wasser bis zum Erreichen der Endtemperatur T_E abgegebene Wärmemenge ist:

$$Q_{ab} = m_w \cdot c_w \cdot \Delta T = m_w \cdot c_w \cdot (T_E - T_{A,W})$$

Sie ist gleich der von den Eiswürfeln aufgenommenen Wärmemenge

$$Q_{zu} = m_{Eis} \cdot \lambda_s + m_{Eis} \cdot c_w \cdot (T_E - T_{A,Eis})$$

$$Q_{ab} + Q_{zu} = 0$$

$$\Rightarrow m_w \cdot c_w (T_E - T_{A,W}) + m_{Eis} \cdot \lambda_s + m_{Eis} \cdot c_w (T_E - T_{A,Eis}) = 0$$

$$\Rightarrow T_E = \frac{m_{Eis} \cdot T_{A,Eis} + m_w \cdot T_{A,W}}{m_{Eis} + m_w} - \frac{m_{Eis} \cdot \lambda_s}{(m_{Eis} + m_w) \cdot c_w}$$

$$= \frac{3 \cdot 0,025 \text{ kg} \cdot 273 \text{ K} + 0,3 \text{ kg} \cdot 303 \text{ K}}{3 \cdot 0,025 \text{ kg} + 0,3 \text{ kg}} - \frac{0,075 \text{ kg} \cdot 333,7 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}}{0,375 \text{ kg} \cdot 4,18 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}}$$

$$= 297 \text{ K} - 10 \text{ K} = \underline{\underline{287 \text{ K} = 8^\circ \text{C}}}$$

- b) $T_E = 0^\circ \text{C}$, da die Eiswürfel nicht komplett schmelzen.

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

Aufgabe 4)

In einem Styroporbecher befinden sich 0,3 Liter Wasser bei einer Temperatur von 30 °C. Dazu werden drei Eiswürfel gegeben, mit einer Temperatur von 0 °C und einer Masse von je 25 g haben.

- a) Welche Mischungstemperatur stellt sich nach dem Erreichen des thermischen Gleichgewichtes ein? (10P)
- b) Wie hoch ist die Endtemperatur, wenn man acht Eiswürfel anstelle von drei hinzugibt? (2P)

Vernachlässigen Sie bei Ihrer Rechnung die Abkühlung des Styroporbeckers und betrachten Sie ihn als einen Gegenstand mit einer Wärmekapazität von 0.

Alternativ Lösung

Zunächst muss das Eis geschmolzen werden.

$$Q_{\text{schmelz}} = m_{\text{Eis}} \cdot \lambda_s = 3 \cdot 0,025 \text{ kg} \cdot 333,7 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} = 25,0275 \text{ kJ} \approx 25 \text{ kJ}$$

Diese Wärme wird dem Wasser entzogen.

$$\Delta Q_{\text{Wasser}} = c \cdot m \cdot \Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{\Delta Q_{\text{Wasser}}}{c \cdot m_{\text{Wasser}}} = \frac{25,0275 \text{ kJ}}{4,18 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 0,3 \text{ kg}}$$

$$= 79,958 \text{ K} \approx 20 \text{ K}$$

Nach dem Schmelzen des Eises hat das Wasser eine Temperatur

$$T_2 = 30^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = 10^\circ\text{C}$$

Mit dem geschmolzenen Eis und dem abgekühlten Wasser stellt sich die Mischungstemperatur ein

$$(c_1 + c_2) \cdot T_M = c_1 \cdot T_1 + c_2 \cdot T_2$$

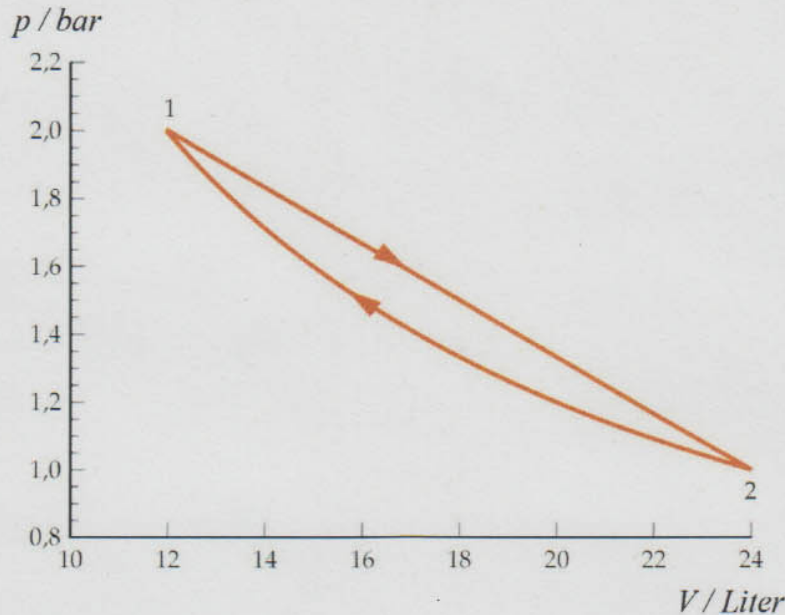
$$c(m_{\text{Eis}} + m_{\text{Wasser}}) T_M = c \cdot m_{\text{Eis}} \cdot T_{\text{Eis}} + c \cdot m_{\text{Wasser}} \cdot T_{\text{Wasser}}$$

$$T_M = \frac{m_{\text{Eis}} \cdot T_{\text{Eis}} + m_{\text{Wasser}} \cdot T_{\text{Wasser}}}{m_{\text{Eis}} + m_{\text{Wasser}}} = \frac{0,075 \text{ kg} \cdot 0^\circ\text{C} + 0,3 \text{ kg} \cdot 10^\circ\text{C}}{0,075 \text{ kg} + 0,3 \text{ kg}} = \underline{\underline{8^\circ\text{C}}}$$

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

Aufgabe 5)

Gegeben ist 1,00 mol eines idealen zweiatomigen Gases.

Dieses durchläuft den im p - V Diagramm abgebildeten zyklischen Kreisprozess.

Zunächst wird es so expandiert, dass die Zustandsänderung von Zustand 1 nach Zustand 2 entlang einer Geraden verläuft. Danach wird das Gas isotherm vom Zustand 2 zum Zustand 1 komprimiert.

- Bestimmen Sie die Temperatur T_1 . (2P)
- Wie viele Freiheitsgrade besitzt das Gas? (1P)
- Wie groß sind die Wärmekapazitäten C_V und C_p ? (2P)
- Bestimmen Sie die bei der Expansion vom Gas verrichteten Arbeit. (3P)
- Bestimmen Sie die bei der Kompression am Gas verrichteten Arbeit. (3P)
- Bestimmen Sie die in diesem Zyklus insgesamt umgesetzte Arbeit. (1P)
- Wie groß ist der Wirkungsgrad bei diesem Kreisprozess? (2P)
- Wie groß ist die Entropieänderung ΔS_{21} bei der Kompression? (2P)

$$a) \quad p \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow T = \frac{p \cdot V}{n \cdot R} = \frac{2 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 12 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{1 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}} = 288,67 \text{ K} \approx \underline{\underline{289 \text{ K}}}$$

$$b) \quad \underline{\underline{f = 5}} \quad \text{da zweiatomig}$$

$$c) \quad C_V = \frac{f}{2} \cdot n \cdot R = \frac{5}{2} \cdot 1 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 20,785 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \approx \underline{\underline{20,8 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}}}$$

$$C_p = C_V + n \cdot R = (20,785 + 8,314) \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} = 29,099 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \approx \underline{\underline{29,1 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}}}$$

Name.....Mat.Nr.

Zu Aufgabe 5)

$$d) \Delta W_{12} = + \int_{V_1}^{V_2} p \cdot dV = \int_{V_1}^{V_2} \langle p \rangle \cdot dV = \langle p \rangle \int_{V_1}^{V_2} dV$$

$$= \frac{2 \text{ bar} + 1 \text{ bar}}{2} \cdot (24 - 12) \text{ Liter} = 18 \text{ bar Liter} = \underline{\underline{1,8 \text{ kJ}}}$$

$$1 \text{ bar Liter} = 100 \text{ J}$$

$$e) \Delta W_{21} = -n \cdot R \cdot T \cdot \ln \frac{V_E}{V_A} = -1 \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{K mol}} \cdot 288,67 \text{ K} \cdot \ln \left(\frac{12 \text{ L}}{24 \text{ L}} \right)$$

↑
isotherme
Kompression

$$= 1663,55 \text{ J} \approx \underline{\underline{1,66 \text{ kJ}}}$$

$$f) |\Delta W_{\text{ges}}| = 1,8 \text{ kJ} - 1,66 \text{ kJ} = 0,14 \text{ kJ}$$

Diese Arbeit wird vom Gas verrichtet.

$$g) \eta = \frac{|W|}{|Q_{\text{W}}|} = \frac{0,14 \text{ kJ}}{1,8 \text{ kJ}} = 0,0777 \approx \underline{\underline{7,8\%}}$$

Da am Anfang & am Ende des Kreisprozesses die Temperatur gleich ist $\Rightarrow dU = 0 \Rightarrow 0 = Q + W$ bzw $Q = -W$

$$h) \Delta S_{21} = n \cdot R \cdot \ln \frac{V_E}{V_A} = 1 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \ln \frac{12 \text{ L}}{24 \text{ L}}$$

$$= -5,763 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \approx \underline{\underline{-5,8 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}}}$$

alternativ

$$\Delta S_{21} = \frac{\Delta Q}{T} = \frac{-\Delta W_{21}}{T} = \frac{-1663,55 \text{ J}}{288,67 \text{ K}} = -5,763 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \approx \underline{\underline{-5,8 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}}}$$

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

Aufgabe 6)

- a) Welche Energie in eV hat ein rotes Photon der Wellenlänge 620 nm ? (2P)
- b) Welche Wellenlänge hat ein Röntgenquant der Energie $12,4 \text{ keV}$? (2P)
- c) Welche Phasengeschwindigkeit besitzt Licht in Wasser? (2P)
- d) Grünes Licht der Wellenlänge 550 nm trifft auf ein Gitter mit einer Gitterkonstanten von 900 Strichen/mm . Bestimmen Sie alle Winkel, unter denen das Licht hinter dem Gitter zu sehen ist. (in Grad und Winkelminuten) (6P)

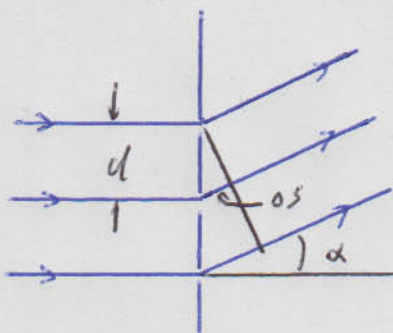
$$a) E = \frac{h \cdot c}{\lambda} = \frac{1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}}{620 \text{ nm}} = \underline{\underline{2 \text{ eV}}}$$

$$b) \lambda = \frac{1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}}{E} = \frac{1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}}{12400 \text{ eV}} = \underline{\underline{0,1 \text{ nm}}}$$

$$c) c = \frac{c_0}{n_{\text{Wasser}}} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{1,33} = \underline{\underline{2,26 \cdot 10^8 \text{ m/s}}}$$

$$n(\text{Wasser}) = 1,33 \quad \text{Tab. 39 B4L}$$

d)



$$d = \frac{\text{mm}}{900}$$

Bedingung für konstruktive

Interferenz:

$$\Delta s = m \cdot \lambda$$

$$\Delta s = d \cdot \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{m \cdot \lambda}{d} = \frac{m \cdot 550 \text{ nm}}{\frac{1}{900} \text{ mm}} = m \cdot 0,495$$

$$m = 0 \Rightarrow \sin \alpha = 0 \Rightarrow \underline{\underline{\alpha = 0^\circ}}$$

$$m = 1 \Rightarrow \alpha = \arcsin(0,495) = \underline{\underline{\pm 29^\circ 40,2'}}$$

$$m = 2 \Rightarrow \alpha = \arcsin(2 \cdot 0,495) = \underline{\underline{\pm 81^\circ 53,4'}}$$

für $m > 2$
gibt es keine
Lösung

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

Aufgabe 7)

Runden Sie den Messwert mit angegebenem Fehler nach DIN 1333.

(4P)

$$\rho = 7,38641259421 \cdot 10^{18} \text{ Teilchen} \cdot \text{cm}^{-3} \pm 2,98157812 \cdot 10^{19} \text{ Teilchen} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$\begin{aligned} \rho &= \left(7,38641259421 \cdot 10^{18} \left(\frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} \right)^3 \pm 2,98157812 \cdot 10^{19} \right) \frac{\text{Teilchen}}{\text{m}^3} \\ &= \left(7,38641259421 \cdot 10^{24} \pm 2,98157812 \cdot 10^{19} \right) \frac{\text{Teilchen}}{\text{m}^3} \\ &= \left(738641,259421 \pm 2,98157812 \right) \cdot 10^{19} \frac{\text{Teilchen}}{\text{m}^3} \\ &\approx \underline{\underline{(738641 \pm 4) \cdot 10^{19} \text{ Teilchen} \cdot \text{m}^{-3}}} \\ &= (7,38641 \pm 0,00004) \cdot 10^{24} \text{ Teilchen} \cdot \text{m}^{-3} \end{aligned}$$

Der Fehler wird um $\approx 0,0019 \cdot 10^{19} \text{ Teilchen} \cdot \text{m}^{-3}$ aufgerundet

Der Messwert wird um $\approx 0,259 \cdot 10^{19} \text{ Teilchen} \cdot \text{m}^{-3}$ abgerundet.

Beide muss nach gerundet werden.