

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 :

Prüfer:

Note :

Datum:

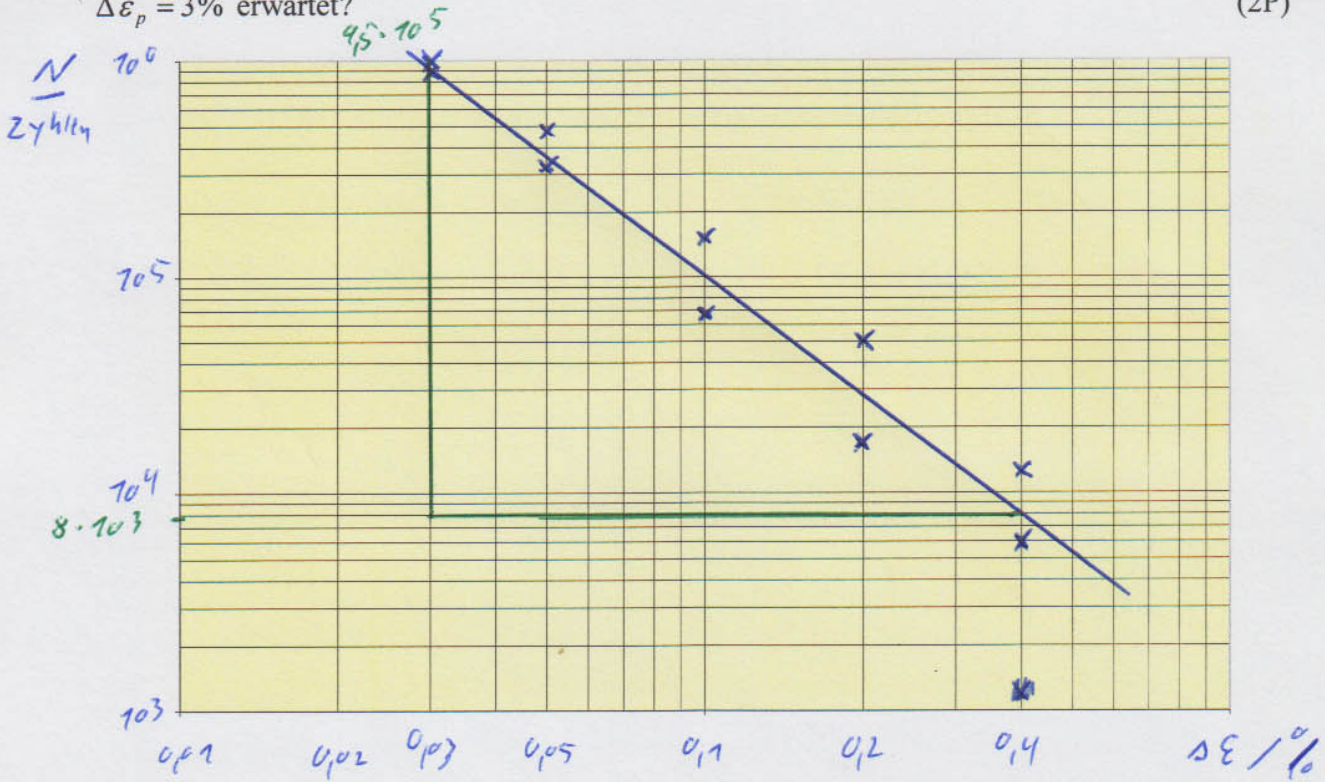
Name.....Mat.Nr.....

Aufgabe 1)

Ein Parameter für die Ermüdungslebensdauer N eines Materials ist die plastische Dehnungsamplitude $\Delta \epsilon_p$. In einer Versuchsreihe wurden für den Edelstahl X6 CrNi 18 11 folgende Lebensdauerdaten ermittelt:

$\frac{\Delta \epsilon_p}{\%}$	0,4	0,4	0,2	0,2	0,1	0,1	0,05	0,05	0,03	0,03
$\frac{N}{\text{Zyklen}}$	$6,0 \cdot 10^3$	$1,2 \cdot 10^4$	$1,7 \cdot 10^4$	$5,3 \cdot 10^4$	$6,9 \cdot 10^4$	$1,6 \cdot 10^5$	$3,3 \cdot 10^5$	$4,8 \cdot 10^5$	$9,0 \cdot 10^5$	$1,0 \cdot 10^6$

- a) Erstellen Sie in dem unten gegebenen Spezialpapier ein Diagramm der Ermüdungslebensdauer N der Stahlproben über der plastischen Dehnungsamplitude $\Delta \epsilon_p$. (5P)
- b) Bestimmen Sie daraus eine mathematische Funktion der Ermüdungslebensdauer N als Funktion der plastischen Dehnungsamplitude $\Delta \epsilon_p$. (5P)
- c) Welche Ermüdungslebensdauer wird bei einer plastischen Dehnungsamplitude $\Delta \epsilon_p = 3\%$ erwartet? (2P)



$$b) \quad N = a \cdot \left(\frac{\Delta \epsilon}{\%}\right)^n \quad n = \frac{\log 8 \cdot 10^3 - \log 9,5 \cdot 10^5}{\log 0,14 - \log 0,03} = \frac{-2,075}{1,125} = -1,84$$

$$N = 1400 \left(\frac{\Delta \epsilon}{\%}\right)^{-1,84} \quad \Delta \epsilon = 0,1 \Rightarrow a = \frac{N}{\left(\frac{\Delta \epsilon}{\%}\right)^n} = \frac{10^5}{0,1^{-1,84}} = 1431 \approx 1400$$

$$c) \quad N = 1400 \cdot 3^{-1,84} = \underline{\underline{185}}$$

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

Aufgabe 2)

Die Wellenfunktion einer Harmonischen Welle auf einer Saite ist

$$y(x, t) = (0,030\text{m}) \cdot \sin((2,2\text{m}^{-1})x - (3,5\text{s}^{-1})t)$$

- a) In welcher Richtung breitet sich die Welle aus? (2P)
 b) Ermitteln Sie Wellenlänge, Frequenz und Schwingungsdauer der Welle. (3P)
 c) Wie groß ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle? (2P)
 d) Wie groß ist die maximale Auslenkung für einen Punkt auf der Saite? (1P)
 e) Wie groß ist die maximale Geschwindigkeit für einen Punkt auf der Saite? (2P)
 f) Wie groß ist die maximale Beschleunigung für einen Punkt auf der Saite? (2P)

a) Zur Zeit $t=0$ befindet sich ein Wellenberg bei $x=0$
 Zur Zeit $t=3,5\text{s}$ muss $x=2,2\text{m}$ sein, damit das
 Argument im $\sin = 0$ wird \Rightarrow
 \Rightarrow Die Welle breitet sich nach rechts aus. (pos x -Richtung)

$$b) k = \frac{2 \cdot \pi}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{2 \cdot \pi}{k} = \frac{2 \cdot \pi}{2,2\text{m}^{-1}} = \underline{\underline{2,856\text{m}}}$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f \Rightarrow f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{3,5\text{s}^{-1}}{2\pi} = \underline{\underline{0,557\text{Hz}}}$$

$$T = 1/f = 1/0,557\text{s}^{-1} = 1,795\text{s} \approx \underline{\underline{1,80\text{s}}}$$

$$c) c = \lambda \cdot f = 2,856\text{m} \cdot 0,557\text{s}^{-1} = \underline{\underline{1,591\text{m} \cdot \text{s}^{-1}}}$$

$$d) \underline{\underline{A = 0,030\text{m}}}$$

$$e) v = \frac{dy}{dt} = \frac{d}{dt} A \cdot \sin(kx - \omega t) = A \cdot \omega \cdot \cos(kx - \omega t)$$

$$v_{\max} = A \cdot \omega = 0,030\text{m} \cdot 3,5\text{s}^{-1} = \underline{\underline{0,105\text{m} \cdot \text{s}^{-1}}}$$

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

$$a_{\max} = A \cdot \omega^2 = 0,030\text{m} \cdot 3,5\text{s}^{-2} = 0,3675\text{m} \cdot \text{s}^{-2} \approx \underline{\underline{0,37\text{m} \cdot \text{s}^{-2}}}$$

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

Aufgabe 3)

Zeichnen Sie ein binäres Zustandsdiagramm mit vollständiger Löslichkeit im flüssigen Zustand, begrenzter Löslichkeit im festen Zustand mit einem eutektischen Punkt.

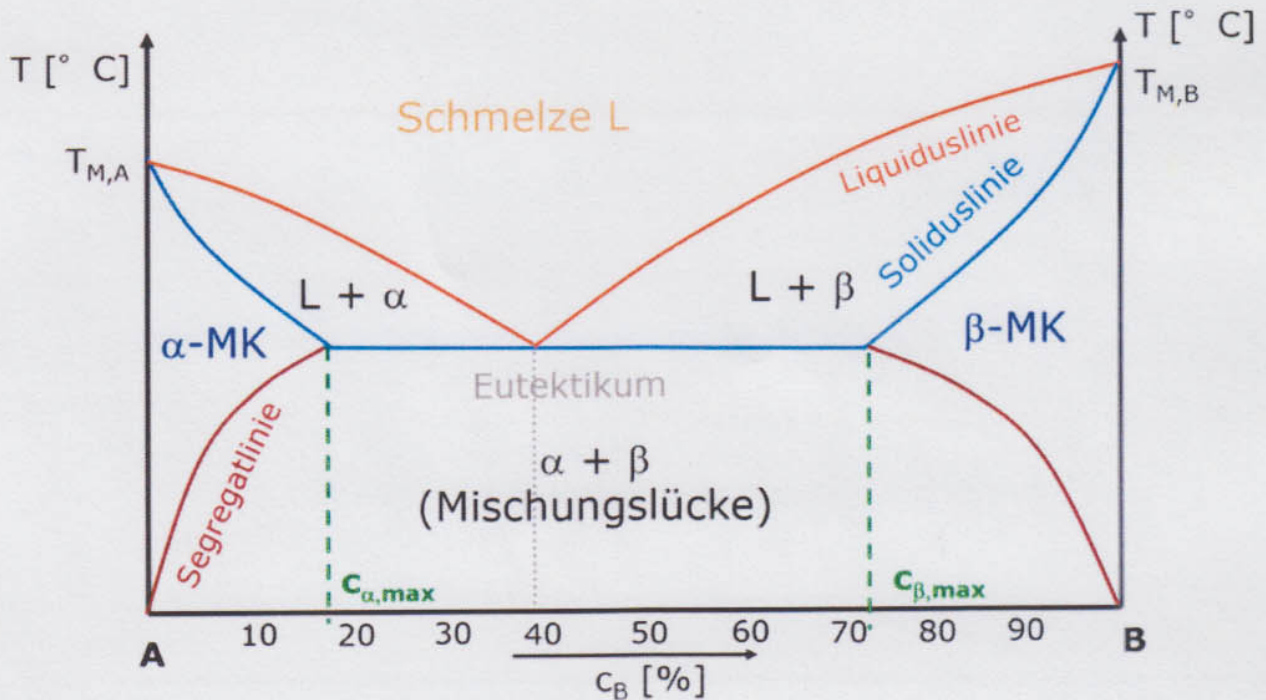
Bezeichnen Sie alle Phasen und Linien.

(8P)

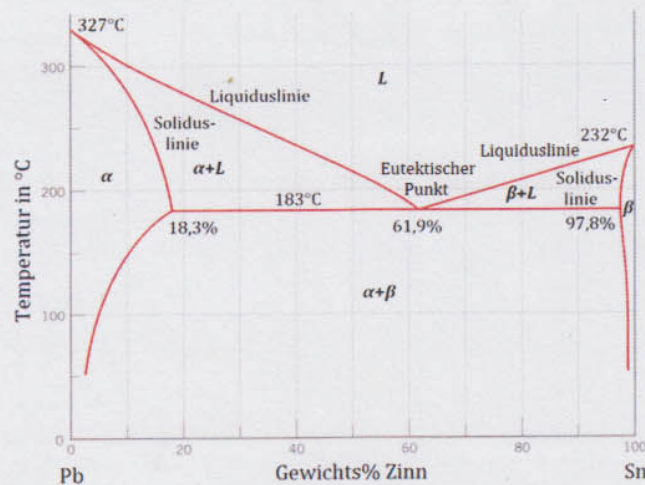
Geben Sie zwei Metalle an, die bei Ihrer Mischung ein derartiges Verhalten zeigen.

(2P)

a)



b) Wenn man Blei mit Zinn mischt zeigen sie ein solches Verhalten.



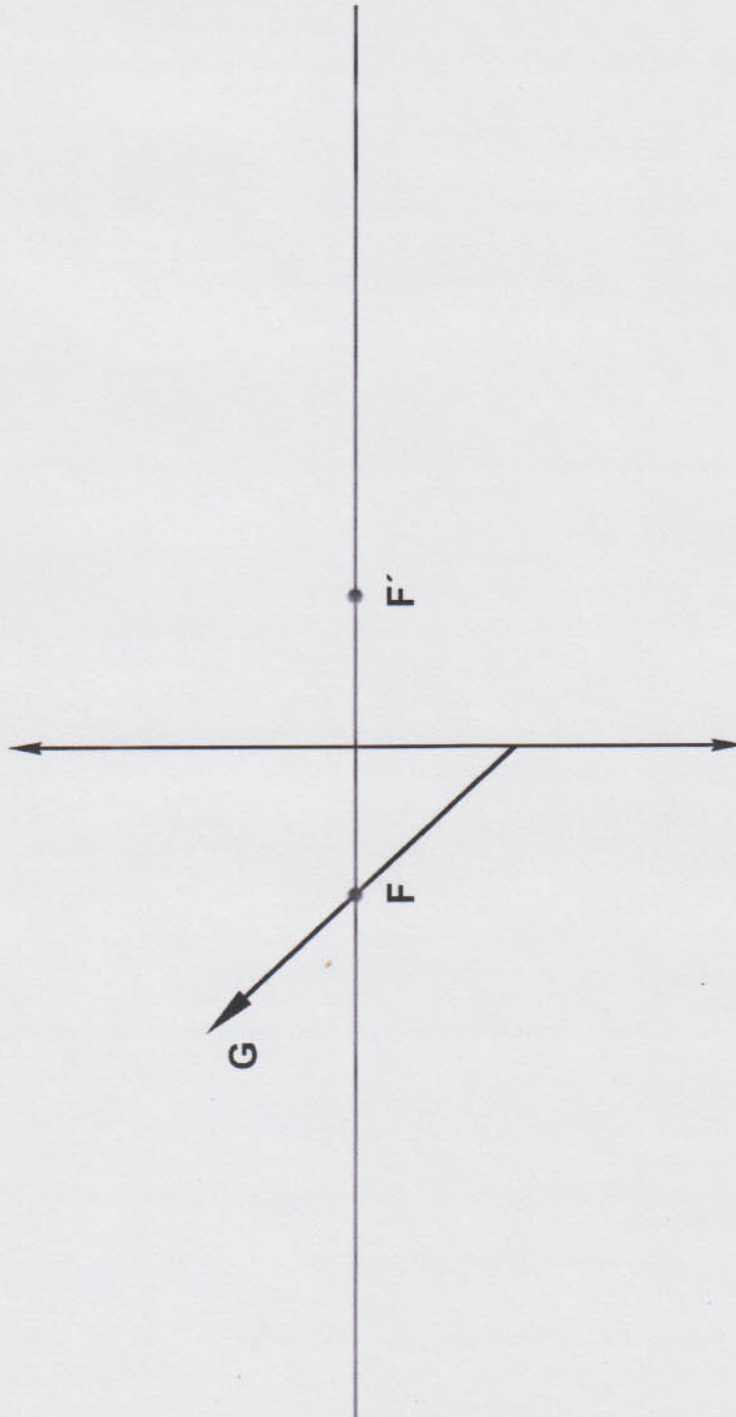
Name.....Mat.Nr:.....

Aufgabe 4)

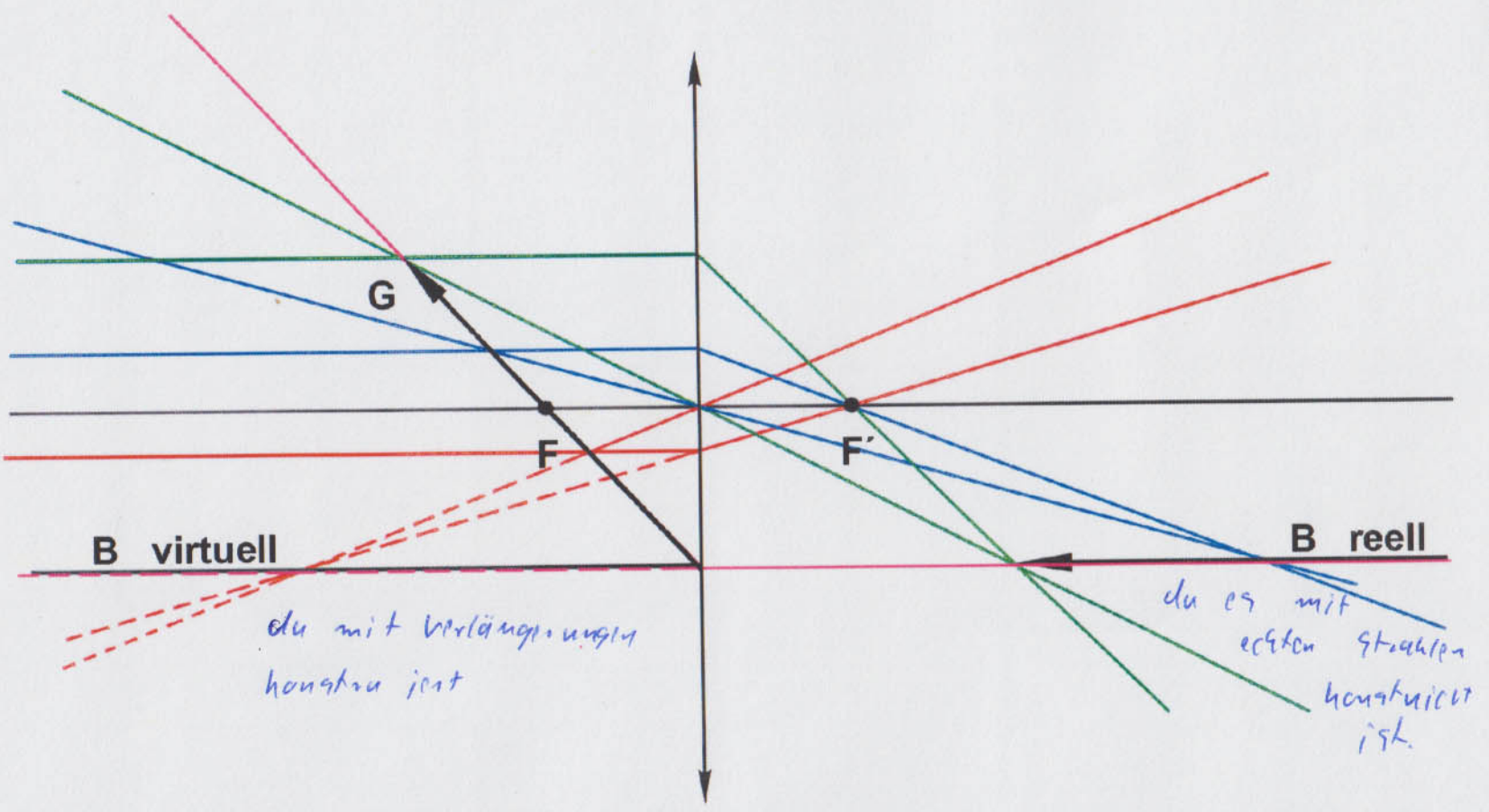
Gegeben ist eine dünne Bikonvexlinse.

- a) Konstruieren Sie das Bild des unten abgebildeten Gegenstandes. (11P)
- b) Handelt es sich um ein reelles oder virtuelles Bild? Begründen Sie Ihre Aussage. (3P)

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



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



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

Aufgabe 5)

In einem idealen, adiabatisch abgeschlossenen Kalorimeter befinden sich 1,0 kg Wasser mit einer Temperatur von 90°C. In das Kalorimeter wird ein Kupferwürfel der Masse 3,0 kg mit einer Temperatur von 20°C gegeben.

- Welche Mischungstemperatur stellt sich ein? (3P)
- Wie groß ist die Entropieänderung des Kupferwürfels? (3P)
- Wie groß ist die Entropieänderung des Wassers? (3P)
- Wie groß ist die Entropieänderung des Gesamtsystems? (2P)
- Wie groß ist die Entropieänderung des Universums? (1P)

Spezifische Wärmekapazitäten: $c(\text{Cu}) = 383 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$, $c(\text{Wasser}) = 4180 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

$$C_{\text{H}_2\text{O}} = c_{\text{H}_2\text{O}} \cdot m_{\text{H}_2\text{O}} = 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 1 \text{ kg} = 4180 \text{ J/K}$$

$$C_{\text{Cu}} = c_{\text{Cu}} \cdot m_{\text{Cu}} = 383 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 3 \text{ kg} = 1149 \text{ J/K}$$

$$9) C_{\text{ges}} \cdot T_M = C_{\text{H}_2\text{O}} \cdot T_{\text{H}_2\text{O}} + C_{\text{Cu}} \cdot T_{\text{Cu}}$$

$$T_M = \frac{C_{\text{H}_2\text{O}} \cdot T_{\text{H}_2\text{O}} + C_{\text{Cu}} \cdot T_{\text{Cu}}}{C_{\text{H}_2\text{O}} + C_{\text{Cu}}} = \frac{4180 \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot 90^\circ \text{C} + 1148 \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot 20^\circ \text{C}}{4180 \frac{\text{J}}{\text{K}} + 1148 \frac{\text{J}}{\text{K}}}$$

$$= 74,907^\circ \text{C} \approx \underline{\underline{74,9^\circ \text{C}}} = \underline{\underline{348 \text{ K}}}$$

$$b) \Delta S_{\text{Cu}} = \int_{T_A}^{T_E} \frac{dQ}{T} = \int_{T_A}^{T_E} \frac{C_{\text{Cu}} \cdot dT}{T} = C_{\text{Cu}} \cdot \ln \frac{T_E}{T_A}$$

$$= 1149 \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot \ln \left(\frac{348 \text{ K}}{293 \text{ K}} \right) = 197,66 \frac{\text{J}}{\text{K}} \approx \underline{\underline{198 \frac{\text{J}}{\text{K}}}}$$

$$c) \Delta S_{\text{H}_2\text{O}} = C_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \ln \frac{T_E}{T_A} = 4180 \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot \ln \left(\frac{348 \text{ K}}{303 \text{ K}} \right) = -176,40 \frac{\text{J}}{\text{K}} \approx \underline{\underline{-176 \frac{\text{J}}{\text{K}}}}$$

$$d) \Delta S_{\text{ges}} = \Delta S_{\text{Cu}} + \Delta S_{\text{H}_2\text{O}} = 198 \frac{\text{J}}{\text{K}} - 176 \frac{\text{J}}{\text{K}} = \underline{\underline{22 \frac{\text{J}}{\text{K}}}}$$

e) $\Delta S_{\text{universum}} = \Delta S_{\text{ges}}$ da das System adiabatisch abgeschlossen ist.

Name.....Mat.Nr.:

Aufgabe 6)

In einem Kolben ist die Stoffmenge $n = 2 \text{ mol}$ eines idealen, linearen 3 atomigen Gases eingeschlossen.

a) Wie viele Freiheitsgrade besitzt das Gas? $f = 5$ da lineares Molekül (1P)

b) Wie groß ist der Adiabatenexponent des Gases? (Formel & Zahlenwert angeben)

$$\kappa = 1 + \frac{2}{f} = 1 + \frac{2}{5} = 1 + \frac{2}{5} = 1,4 \quad (2P)$$

Im Anfangszustand sind $p_1 = 1,0 \text{ bar}$ und $V_1 = 100 \text{ Liter}$.

Es werden die folgenden zwei Zustandsänderungen durchgeführt:

1 \rightarrow 2 : isochor auf den Druck $p_2 = 2 p_1$.

2 \rightarrow 3 : reversibel adiabatisch auf $V_3 = 0,5 V_2$.

c) Bestimmen Sie die Temperaturen T_1, T_2, T_3 sowie den Druck p_3 . (4P)

d) Skizzieren sie die beiden Zustandsänderungen in einem p, V - Diagramm. (2P)

e) Berechnen Sie die umgesetzte Wärme Q_{12} und Q_{23} (3P)

f) Berechnen Sie die Volumenarbeit W_{12} und W_{23} . (3P)

g) Berechnen Sie die Entropieänderung für die Zustandsänderung 2 \rightarrow 3. (1P)

h) Zeichnen Sie die Zustandsänderung 2 \rightarrow 3 in ein TS Diagramm ein. (2P)

$$n \cdot R = 2 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J/K} \cdot \text{mol} = 16,628 \text{ J/K}$$

$$c) T_1 = \frac{p_1 \cdot V_1}{n \cdot R} = \frac{1 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 0,1 \text{ m}^3}{16,628 \text{ J/K}} = \underline{\underline{601 \text{ K}}}$$

$$T_2 = T_1 \cdot \frac{p_2}{p_1} = 601 \text{ K} \cdot \frac{2,0 \text{ bar}}{1,0 \text{ bar}} = \underline{\underline{1202 \text{ K}}}$$

$$p_3 V_3^\kappa = p_2 V_2^\kappa \Rightarrow p_3 = p_2 \cdot \left(\frac{V_2}{V_3} \right)^\kappa = 2 \text{ bar} \cdot \left(\frac{V_2}{0,5 V_2} \right)^{1,4} = \underline{\underline{5,28 \text{ bar}}}$$

$$T_3 = \frac{p_3 \cdot V_3}{n \cdot R} = \frac{5,28 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 0,05 \text{ m}^3}{16,628 \text{ J/K}} = \underline{\underline{1587 \text{ K}}}$$

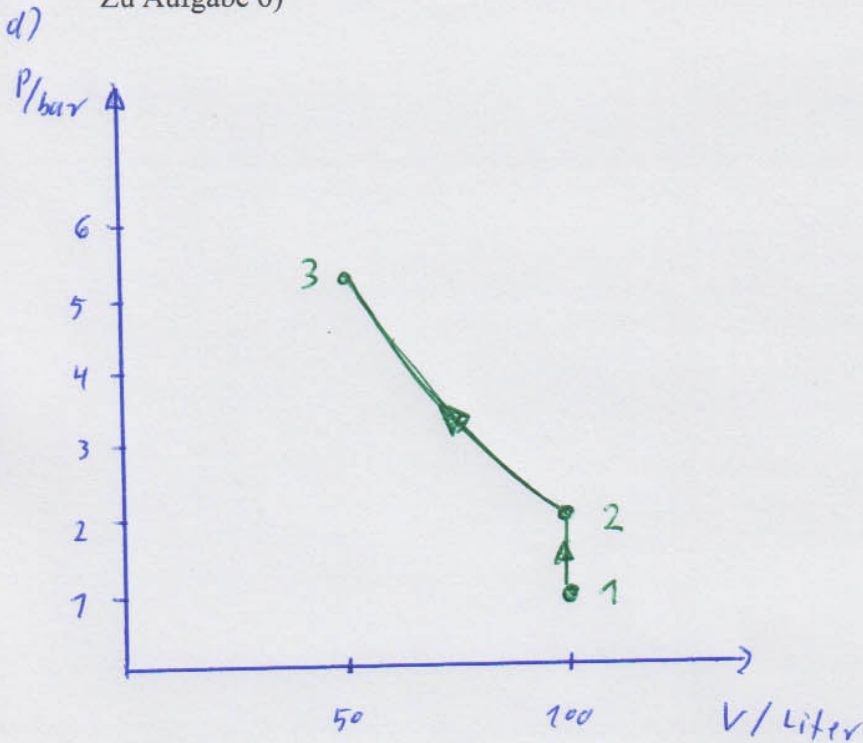
alternativ Weg

$$T_3 = T_2 \cdot p_3^{1-\kappa} \cdot p_2^{\kappa-1} = T_2 \cdot \left(\frac{p_3}{p_2} \right)^{1-\kappa} \Rightarrow$$

$$T_3 = T_2 \cdot \sqrt[1,4]{\left(\frac{p_2}{p_3} \right)^{1-1,4}} = 1202 \text{ K} \cdot \sqrt[1,4]{\left(\frac{2 \text{ bar}}{5,28 \text{ bar}} \right)^{-0,4}} = \underline{\underline{1587 \text{ K}}}$$

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

Zu Aufgabe 6)



$$\begin{aligned}
 e) \quad Q_{12} &= n C_V \cdot \Delta T = n \cdot \frac{5}{2} \cdot R \cdot \Delta T \\
 &= 2 \text{ mol} \cdot \frac{5}{2} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 609 \text{ K} \\
 &= 24487,6 \text{ J} \\
 &\approx \underline{\underline{25,0 \text{ kJ}}}
 \end{aligned}$$

$$Q_{23} = 0 \quad \text{da adiabatisch}$$

$$f) \quad \underline{\underline{W_{12} = 0}} \quad \text{da isochor}$$

$$\begin{aligned}
 W_{23} &= n \cdot C_V \cdot \Delta T = n \cdot \frac{5}{2} \cdot R \cdot \Delta T = 2 \text{ mol} \cdot \frac{5}{2} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot (1587 - 1202) \text{ K} \\
 &= 16004,5 \text{ J} \approx \underline{\underline{16,0 \text{ kJ}}}
 \end{aligned}$$

$$g) \quad \underline{\underline{\Delta S_{23} = 0}} \quad \text{da reversibel adiabatisch}$$

