

HSD FB EI
Studiengang : WIE 2020

SS 2025
30.07.2025

Fachprüfung: Naturwissenschaftliche Grundlagen 1
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 drei 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 :

Prüfer:

Note :

Datum:

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

Aufgabe 1)

Gegeben ist das Element Xe.

- a) Wie heißt das Element? Xenon (1P)
- b) Welche Ordnungszahl besitzt es? 54 (1P)
- c) Geben Sie ein stabiles Isotop des Elementes an. ^{132}Xe , Xe-132 (1P)
- d) Wie viele stabile Isotope besitzt es? 9 (1P)
- e) Wie viele Schalen besitzt seine Elektronenhülle? 5 (1P)
- f) Wie viele Valenzelektronen besitzt es? 8 (1P)
- g) Geben Sie die Atommasse des Elementes an. 131,30 (1P)
- h) Bei dem Element handelt es sich um ein Halogen ja nein (1P)
- i) Unter Normalbedingungen ist es fest. ja nein (1P)
- j) Mit Metallen verbindet sich He mit einer Ionenbindung
 kovalenten Bindung
 Metallischen Bindung
 Van der Waals Bindung
 gar nicht (1P)

Aufgabe 2)

In einkristallinem Silizium wird jedes 10^9 -te Si Atom durch ein Bor Atom ersetzt. (4P)
 Wie groß ist die elektrische Leitfähigkeit des Materials?

$$\rho(\text{Si}) = 2,4 \text{ g cm}^{-3} ; \mu_e(\text{Si}) = 1900 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1} ; \mu_l(\text{Si}) = 500 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

$$\rho(\text{Si}) = 28,09 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{B}) = 1 \cdot 10^{-9} \cdot 2,4 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{28,09 \text{ g}} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$= 5,145 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-3}$$

B hat 3 Valenzelektronen \Rightarrow Es muss μ_l benutzt werden

$$\sigma = n(\text{B}) \cdot \mu_l(\text{Si}) \cdot q = 5,145 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-3} \cdot 500 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1} \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ A s}$$

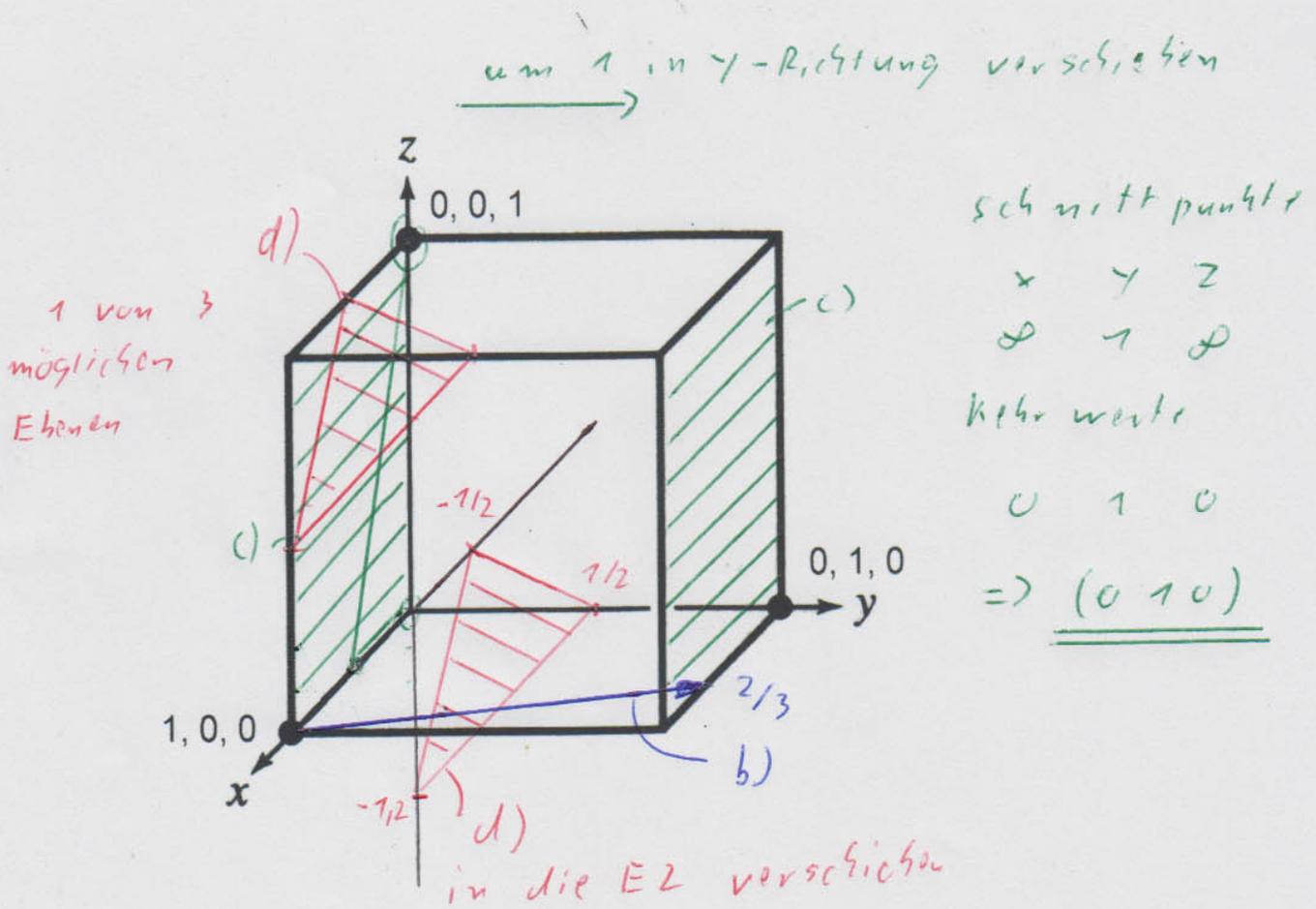
$$= 4,121 \cdot 10^{-3} \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1} \approx \underline{\underline{4,1 \text{ mS cm}^{-1}}}$$

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

Aufgabe 3)

- a) Geben Sie drei verschiedene äquivalente Richtungen zu $[1\bar{2}2]$ an. (2P)
- b) Zeichnen Sie eine $[\bar{1}30]$ Richtung in die EZ ein. (2P)
Anfangs und Endpunkt sollen dabei auf der Oberfläche der EZ liegen.
- c) Bestimmen Sie die Millerschen Indizes der Ebene, die durch die Punkte $\frac{1}{2}, 0, 1$ $0, 0, 1$ $0, 0, 0$ geht. (2P)
- d) Zeichnen Sie eine $(\bar{2}2\bar{2})$ - Ebene in die Elementarzelle ein. (2P)

a) z.B. $[122]$ $[2\bar{1}2]$ $[2\bar{2}1]$ $[\bar{1}2\bar{2}]$ $[12\bar{2}]$



Name.....Mat.Nr.:

Aufgabe 4)

a) Zeichnen Sie eine Wöhlerkurve und benennen Sie die drei charakteristischen Bereiche. (5P)

b) Ein Schweißroboter ist an 300 Tage im Jahr je 16 Stunden pro Tag im Einsatz.
Er fährt 10% der Einsatzzeit mit $v_1 = 5 \text{ m/s}$, 40% der Einsatzzeit mit $v_2 = 1 \text{ m/s}$
und 50% der Einsatzzeit mit $v_3 = 0,1 \text{ m/s}$.

Welche Gesamtstrecke legt er in 15 Jahren zurück? (2P)

c) Die nominelle Lebensdauer L (zurückgelegte Strecke bis zum Ausfall) einer kugelgelagerten Linearführung ist gegeben durch

$$L = 100 \text{ km} \left(\frac{C_{dyn}}{P} \right)^3$$

L = nominelle Lebensdauer, C_{dyn} = Dynamische Tragzahl, P = Belastung der Führung.

Der obige Schweißroboter soll mit einer kugelgelagerten Linearführung für eine Lebensdauer von 15 Jahren ausgelegt werden.

Die konstante Belastung beträgt $P = 5000 \text{ N}$.

Welche dynamische Tragzahl C_{dyn} muss die Linearführung für diese Auslegung mindestens besitzen? (5P)

a) Siehe Skript Kap 8.6.

$$b) t_{ges} = 15 \text{ a} \cdot \frac{300 \text{ d}}{4} \cdot \frac{16 \text{ h}}{\text{d}} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{\text{h}} = 2,592 \cdot 10^8 \text{ s}$$

$$\langle v \rangle = 0,1 \cdot 5 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 0,4 \cdot 1 \text{ m/s} + 0,5 \cdot 0,1 \text{ m/s}$$

$$= 0,95 \text{ m/s}$$

$$s_{ges} = L = \langle v \rangle \cdot t_{ges} = 2,592 \cdot 10^8 \text{ s} \cdot 0,95 \text{ m/s}$$

$$= 2,4624 \cdot 10^8 \text{ m} \approx \underline{\underline{2,46 \cdot 10^5 \text{ km}}}$$

$$c) L = 100 \text{ km} \cdot \left(\frac{C_{dyn}}{P} \right)^3 \Rightarrow C_{dyn} = P \cdot \sqrt[3]{\frac{L}{100 \text{ km}}}$$

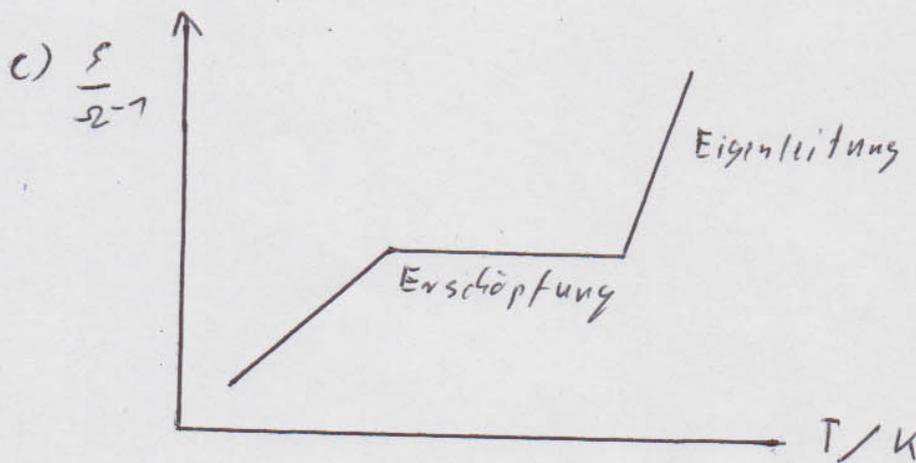
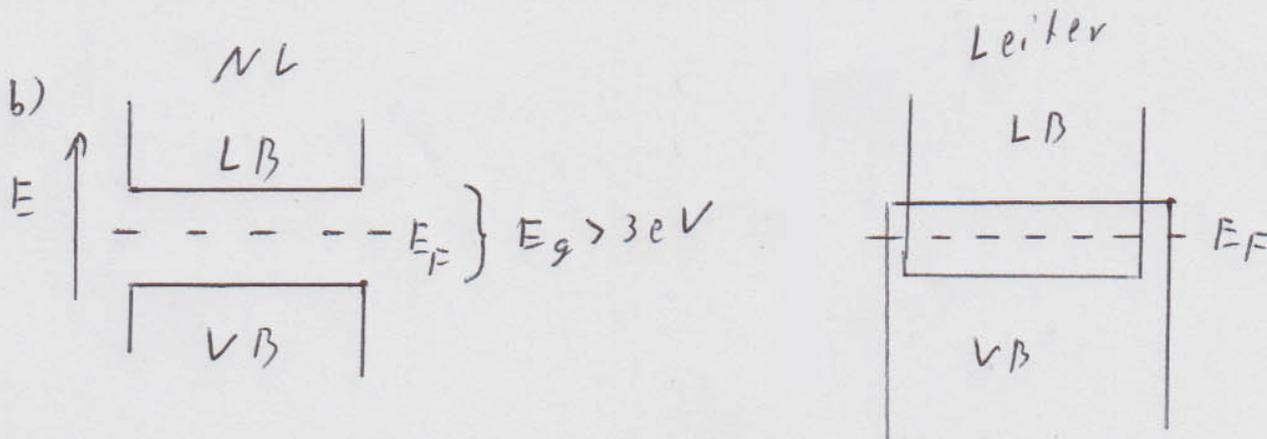
$$C_{dyn} = 5 \text{ kN} \cdot \sqrt[3]{\frac{2,4624 \cdot 10^5 \text{ km}}{100 \text{ km}}} = 67,578 \text{ kN} \approx \underline{\underline{68 \text{ kN}}}$$

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

Aufgabe 5)

- a) Wie ist die Einheit eV definiert? (2P)
- b) Zeichnen Sie das Bänderschema eines elektrischen Nichtleiters, eines ~~Halbleiters~~ und eines Leiters auf. (3P)
- c) Zeichnen Sie die Temperaturabhängigkeit der Leitfähigkeit eines p-dotierten Germanium Halbleiters in einem Diagramm auf. (3P)

a) $1eV$ ist die Energie, die ein Elektron aufnimmt (oder abgibt), wenn es im Vakuum eine Spannung von $1V$ durchläuft.



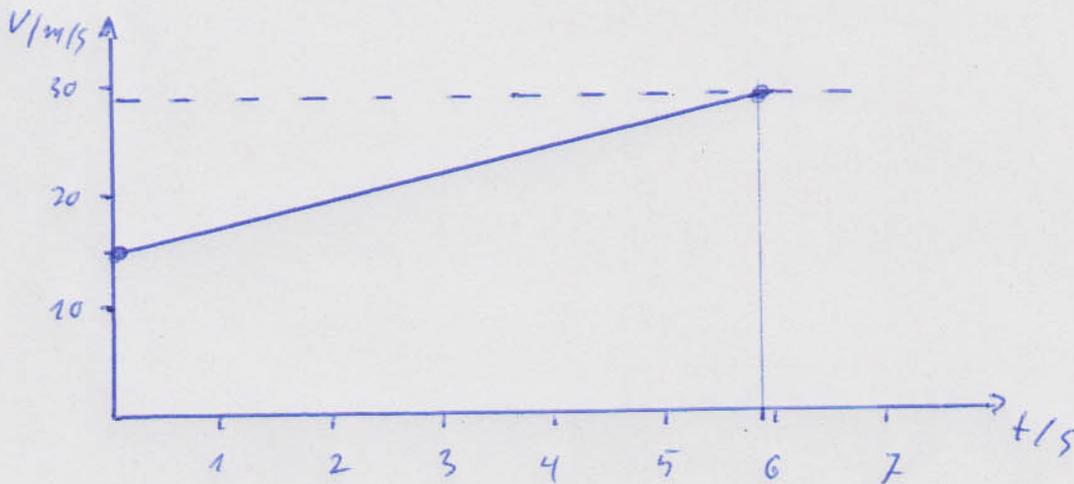
Name.....Mat.Nr.....

Aufgabe 6)

Ein Kraftwagen steigert beim Durchfahren einer Strecke von 125 m seine Geschwindigkeit mit konstanter Beschleunigung von 15 m/s auf 28 m/s.

- a) Zeichnen Sie das zugehörige v-t Diagramm. (4P)
 b) Wie groß ist die dafür benötigte Zeit? (4P)
 c) Wie groß ist die Beschleunigung? (4P)

4)



$$b) \quad \langle v \rangle = \frac{(15 + 28) \text{ m/s}}{2} = \frac{43}{2} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 21,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$s = \langle v \rangle \cdot t \Rightarrow t = \frac{s}{\langle v \rangle} = \frac{125 \text{ m}}{21,5 \text{ m/s}} = 5,81395 \text{ s}$$

$$: \quad \underline{\underline{t \approx 5,8 \text{ s}}}$$

$$c) \quad s = \frac{1}{2} a t^2 + v_0 \cdot t \quad \Rightarrow \quad s - v_0 \cdot t = \frac{1}{2} a t^2$$

$$a = \frac{2(s - v_0 \cdot t)}{t^2} = \frac{2(125 \text{ m} - 15 \text{ m/s} \cdot 5,81395 \text{ s})}{(5,81395 \text{ s})^2}$$

$$= 2,236 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \approx \underline{\underline{2,2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

c) alternativ

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{28 \text{ m/s} - 15 \text{ m/s}}{5,814 \text{ s}} = \frac{13 \text{ m/s}}{5,814 \text{ s}} = 2,236 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\approx \underline{\underline{2,2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

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

Aufgabe 7)

Eine Masse $m = 2 \text{ kg}$ wirddurch eine Kraft $\vec{F} = \begin{pmatrix} 0 \\ 3 \\ 2 \end{pmatrix} \text{ N}$ um die Strecke $\Delta\vec{s} = \begin{pmatrix} 1 \\ -2 \\ 4 \end{pmatrix} \text{ m}$ verschoben.

- a) Wie groß ist die verrichtete Arbeit W ? (3P)
 b) Wie groß ist der Betrag von $\Delta\vec{s}$? (2P)
 c) Wie groß ist der Winkel zwischen \vec{F} und $\Delta\vec{s}$? (3P)
 d) Wie groß ist der Winkel zwischen $\Delta\vec{s}$ und der x-Achse? (2P)
 e) Zeigen Sie mathematisch, dass \vec{F} senkrecht auf der x-Achse steht. (2P)

$$a) W = \vec{F} \cdot \Delta\vec{s} = \begin{pmatrix} 0 \\ 3 \\ 2 \end{pmatrix} \text{ N} \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ -2 \\ 4 \end{pmatrix} \text{ m} = (1 \cdot 0 + 3 \cdot (-2) + 2 \cdot 4) \text{ Nm} = \underline{\underline{2 \text{ Nm}}}$$

$$b) |\Delta\vec{s}| = \sqrt{(1 \text{ m})^2 + (-2 \text{ m})^2 + (4 \text{ m})^2} = 4,582576 \text{ m} \approx \underline{\underline{4,583 \text{ m}}}$$

$$|\vec{F}| = \sqrt{(3 \text{ N})^2 + (2 \text{ N})^2} = 3,60555 \text{ N} \approx 3,61 \text{ N}$$

$$c) \cos(\angle(\vec{F}, \Delta\vec{s})) = \frac{\vec{F} \cdot \Delta\vec{s}}{|\vec{F}| \cdot |\Delta\vec{s}|} = \frac{2 \text{ Nm}}{3,60555 \text{ N} \cdot 4,582576 \text{ m}}$$

$$= 0,1210455$$

$$\Rightarrow \angle(\vec{F}, \Delta\vec{s}) = \arccos(0,1210455) \approx \underline{\underline{83,0^\circ}}$$

$$d) \angle(\Delta\vec{s}, x\text{-Achse}) = \arccos\left(\frac{\begin{pmatrix} 1 \\ -2 \\ 4 \end{pmatrix} \text{ m} \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ m}}{4,582576 \text{ m} \cdot 1 \text{ m}}\right) = 77,3950^\circ \approx \underline{\underline{77,4^\circ}}$$

$$e) \vec{F} \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ m} = \begin{pmatrix} 0 \\ 3 \\ 2 \end{pmatrix} \text{ N} \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ m} = 0 + 0 + 0 = \underline{\underline{0}} \Rightarrow \vec{F} \perp x\text{-Achse}$$

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

Aufgabe 8)

Ein homogener Würfel aus Stahl mit einer Kantenlänge von $d = 20\text{ cm}$ wird aus der Ruhe mit einem Drehmoment $M = 10\text{ Nm}$ um eine Würfelkante in Drehung versetzt.

- a) Welche Masse besitzt der Würfel? (2P)
 b) Welches Massenträgheitsmoment um die Drehachse besitzt der Würfel? (4P)
 c) Welche Kreisfrequenz besitzt der Würfel nach einer Beschleunigungszeit von 10s? (2P)
 d) Welche Rotationsenergie besitzt er nach 10s? (2P)
 e) Welchen Drehimpuls um die Rotationsachse besitzt der Würfel nach 10s? (2P)

$$g) \rho(\text{Stahl}) = 7,8 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3} = 7800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad (\text{BVL Tab 6a})$$

$$m = \rho \cdot V = 7800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot (0,2\text{ m})^3 = \underline{\underline{62,4\text{ kg}}}$$

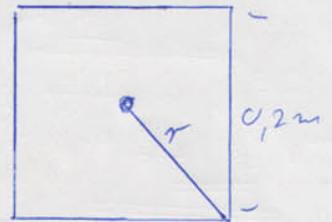
$$b) J_{\text{ges}} = J_S + m \cdot r^2 \quad (\text{Satz von Steiner})$$

$$J_S = \frac{1}{12} m (d^2 + d^2) \quad (\text{BVL Tab 5})$$

$$= \frac{1}{6} m \cdot d^2 = \frac{1}{6} 62,4\text{ kg} \cdot (0,2\text{ m})^2 = 0,416\text{ kg m}^2$$

$$r = \frac{0,2\text{ m}}{\sqrt{2}}$$

$$m \cdot r^2 = 62,4\text{ kg} \cdot \left(\frac{0,2\text{ m}}{\sqrt{2}}\right)^2 = 1,248\text{ kg m}^2$$



$$J_{\text{ges}} = 0,416\text{ kg m}^2 + 1,248\text{ kg m}^2 = \underline{\underline{1,664\text{ kg m}^2}}$$

$$c) \left. \begin{array}{l} M = J \cdot \alpha \\ \omega = \alpha \cdot t \end{array} \right\} \Rightarrow \omega = \frac{M}{J} \cdot t = \frac{10\text{ Nm}}{1,664\text{ kg m}^2} \cdot 10\text{ s} = 60,096 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$d) E_{\text{rot}} = \frac{1}{2} J \omega^2 = \frac{1}{2} 1,664\text{ kg m}^2 \cdot \left(60,096 \frac{\text{rad}}{\text{s}}\right)^2 \approx \underline{\underline{60,1 \frac{\text{rad}}{\text{s}}}}$$

$$= 3004,8\text{ J} \approx \underline{\underline{3,0\text{ kJ}}}$$

$$e) L = J \cdot \omega = 1,664\text{ kg m}^2 \cdot 60,096 \frac{\text{rad}}{\text{s}} = \underline{\underline{100 \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}}}}$$

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

Aufgabe 9)

Durch zwei hintereinander geschaltete Kapillarröhrchen mit den Längen und Durchmessern

$$l_1 = 5 \text{ cm}, d_1 = 0,8 \text{ mm}; \quad l_2 = 20 \text{ cm}, d_2 = 1,3 \text{ mm}$$

fließt Wasser der Temperatur $T = 30^\circ\text{C}$ mit einer Druckdifferenz von $\Delta p = 1 \text{ bar}$.

- a) Wie groß sind der Strömungswiderstände R_1 und R_2 der einzelnen Kapillaren? (4P)
 b) Wie groß ist der Gesamtwiderstand R_{ges} beider Kapillaren? (1P)
 c) Wie groß ist der Volumenstrom \dot{V} ? (2P)
 d) Welches Volumen fließt in 3 Stunden durch die Kapillaren? (3P)

Gesetz von Hagen Poiseuille

$$\dot{V} = \frac{r^4 \cdot \pi}{8 \eta \cdot l} \cdot \Delta p$$

$$\eta(\text{H}_2\text{O}, 30^\circ\text{C}) = 0,80 \cdot 10^{-3} \text{ Pa s}$$

(BKL Tab. 14)

$$\begin{aligned} \text{a) } R_1 &= \frac{8 \eta l_1}{r_1^4 \cdot \pi} = \frac{8 \cdot 0,8 \cdot 10^{-3} \text{ Pa s} \cdot 0,05 \text{ m}}{\left(\frac{0,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}}{2}\right)^4 \cdot \pi} = \\ &= 3,97887 \cdot 10^9 \frac{\text{Pa s}}{\text{m}^3} \approx 3,98 \frac{\text{GPa s}}{\text{m}^3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_2 &= \frac{8 \eta l_2}{r_2^4 \cdot \pi} = \frac{8 \cdot 0,8 \cdot 10^{-3} \text{ Pa s} \cdot 0,2 \text{ m}}{\left(\frac{1,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}}{2}\right)^4 \cdot \pi} = \\ &= 2,28248 \cdot 10^9 \frac{\text{Pa s}}{\text{m}^3} \approx 2,28 \frac{\text{GPa s}}{\text{m}^3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) } R_{ges} &= R_1 + R_2 = (3,97887 + 2,28248) \frac{\text{GPa s}}{\text{m}^3} = 6,26135 \frac{\text{GPa s}}{\text{m}^3} \\ &\approx 6,26 \frac{\text{GPa s}}{\text{m}^3} \end{aligned}$$

$$\text{c) } \dot{V} = \frac{\Delta p}{R_{ges}} = \frac{10^5 \text{ Pa}}{6,26135 \cdot 10^4 \frac{\text{Pa s}}{\text{m}^3}} = 1,5970 \cdot 10^{-5} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \approx 15,9 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$$

$$\text{d) } V = \dot{V} \cdot t = 1,597 \cdot 10^{-5} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} \cdot 3 \text{ h} = 0,17248 \text{ m}^3 \approx 172 \text{ Liter}$$