

HSD FB EI
Studiengang : EIT

WS 2019 / 20

13.02.2020

Fachprüfung: Naturwissenschaftliche Grundlagen 1
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 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)

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

ja

nein

Klausurergebnis

Prüfer:

Gesamtpunktzahl:

Note :

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

Aufgabe 1)

Gegeben ist die Seltene Erde Samarium.

- a) Geben Sie das Chemische Symbol an. Sm (1P)
- b) In welcher Periode befindet es sich? $6.$ (1P)
- c) Welche Molmasse besitzt es? $150,4 \text{ g/mol}$ (1P)
- d) Was ist das häufigste Samarium Isotop? $152 Sm$ (1P)
- e) Wie viele der folgenden Teilchen besitzt Samarium?
Elektronen: 62 Protonen: 62 (2P)

Bei Samarium handelt es sich um ein:

- | | | | |
|---------------------|--|--|------|
| Hauptgruppenelement | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input checked="" type="checkbox"/> | (1P) |
| Metall | Ja <input checked="" type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> | (1P) |
| Halogen | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input checked="" type="checkbox"/> | (1P) |

Aufgabe 2)

(6P)

Aluminiumfolie zur Aufbewahrung von Nahrungsmitteln hat eine Masse von etwa $0,045 \text{ g/cm}^2$. Wie viele Atome sind in 1 m^2 dieser Folie enthalten?

$$m = \frac{0,045 \text{ g}}{\text{cm}^2} \cdot 1 \text{ m}^2 \cdot \left(\frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} \right)^2 = 450 \text{ g}$$

$$N = N_A \cdot m = N_A \cdot \frac{m}{M} = 6,022 \cdot 10^{23} \frac{\text{Atome}}{\text{mol}} \cdot \frac{450 \text{ g}}{26,98 \text{ g/mol}}$$

$$= 1,004 \cdot 10^{25} \text{ Atome} \approx \underline{\underline{1,00 \cdot 10^{25} \text{ Atome}}}$$

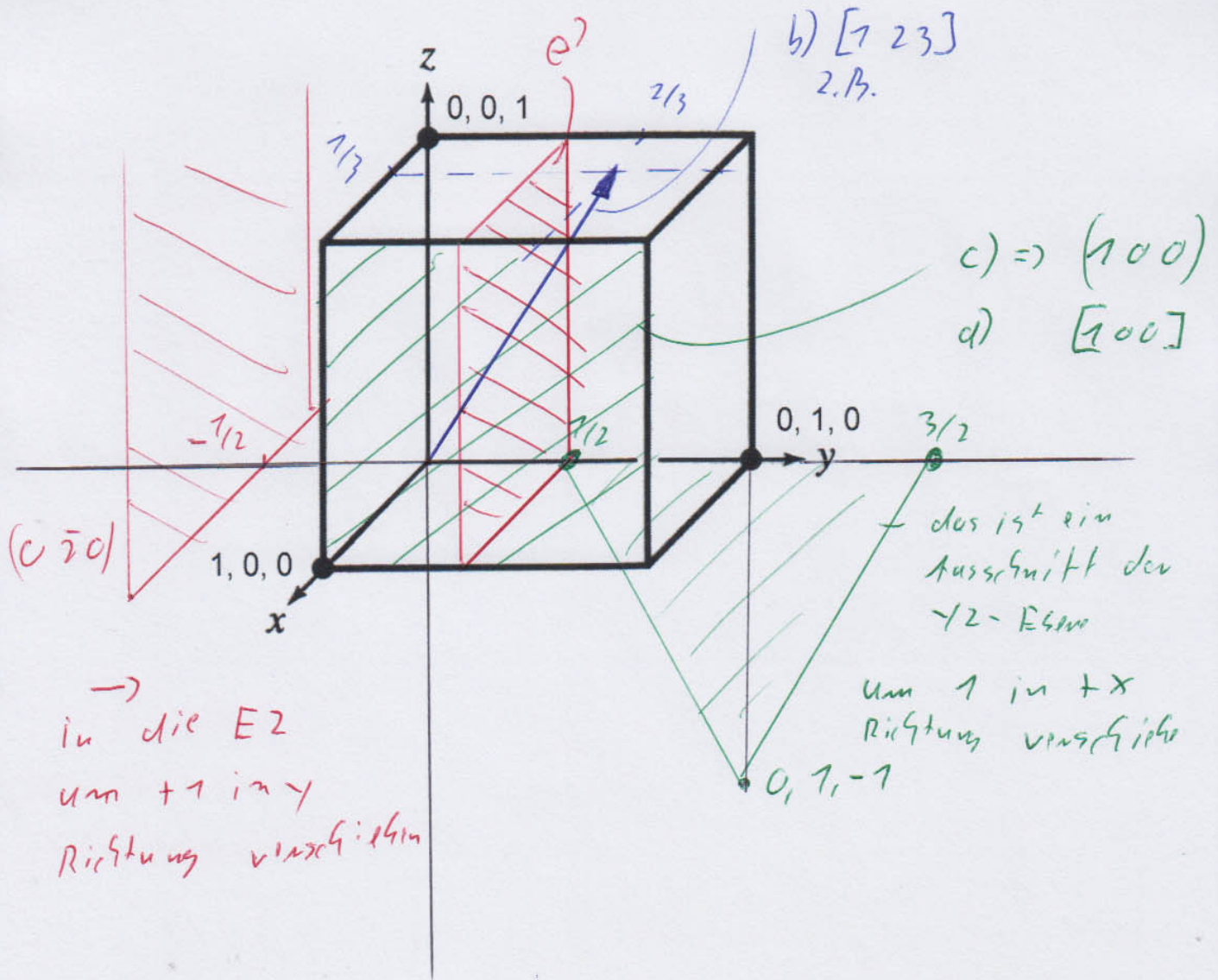
Name.....Mat.Nr:.....

Aufgabe 3)

- a) Bestimmen Sie die Millerschen Indizes der Richtung, die von dem Punkt $13/2, -8, 9$ zu dem Punkt $5, -9, 19/2$ zeigt. (2P)
- b) Zeichnen Sie eine zu a) äquivalente Richtung **in die Elementarzelle** ein. Anfangs und Endpunkt sollen dabei auf der Oberfläche der EZ liegen. (2P)
- c) Bestimmen Sie die Millerschen Indizes der Ebene, die durch die Punkte $0, 1/2, 0$ $0, 3/2, 0$ $0, 1, -1$ geht. (2P)
- d) Geben Sie die Millerschen Indizes einer Richtung an, die senkrecht auf dieser Ebene steht. (1P)
- e) Zeichnen Sie eine $(0 \bar{2} 0)$ - Ebene **in die Elementarzelle** ein. (2P)

	x	y	z
a) E	5	-9	19/2
A	13/2	-8	9

$E - A = -3/2 \quad -1 \quad 1/2 \Rightarrow \underline{\underline{[\bar{3} \bar{2} 1]}}$



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

Aufgabe 4)

Es soll n-leitendes Ge mit einer Leitfähigkeit von 200 S cm^{-1} hergestellt werden.

- a) Nennen Sie zwei Materialien die zum dotieren verwendet werden können. (1P)
 b) Handelt es sich dabei um Donatoren oder Akzeptoren? (1P)
 c) Wie groß ist die für diese Leitfähigkeit notwendige Ladungsträgerdichte? (3P)
 d) Auf wie viele Ge Atome kommt ein Dotierungsatom? (3P)
 e) Wie ist die Einheit eV definiert? (1P)
 f) Wie viel Joule hat $1 eV$? (1P)

$$\mu_e = 3900 \text{ cm}^2 / \text{Vs} , \mu_i = 1900 \text{ cm}^2 / \text{Vs} , E_g = 0,67 \text{ eV} , a_0 = 0,2715 \text{ nm}$$

a) P As Sb

b) Donatoren

$$c) n_d = \frac{\sigma}{q \cdot \mu_e} = \frac{200 \text{ S/cm}}{1,602 \cdot 10^{-19} \text{ As} \cdot 3900 \text{ cm}^2 / \text{Vs}}$$

$$\underline{\underline{n_d = 3,20 \cdot 10^{17} \text{ cm}^{-3}}}$$

d) $\rho(\text{Ge}) = 5,35 \text{ g/cm}^3$ $\mu(\text{Ge}) = 72,59 \text{ g/mol}$

$$n(\text{Ge}) = \frac{5,35 \text{ g/cm}^3}{72,59 \text{ g/mol}} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \frac{\text{Atome}}{\text{mol}} = 4,438 \cdot 10^{22} \frac{\text{Atome}}{\text{cm}^3}$$

$$\frac{n(\text{Ge})}{n_d} = \frac{4,438 \cdot 10^{22} \text{ cm}^{-3}}{3,20 \cdot 10^{17} \text{ cm}^{-3}} = 138,6 \cdot 10^3 \approx \underline{\underline{139000}}$$

Auf 139000 Ge Atome kommt 1 Dotierungsatom

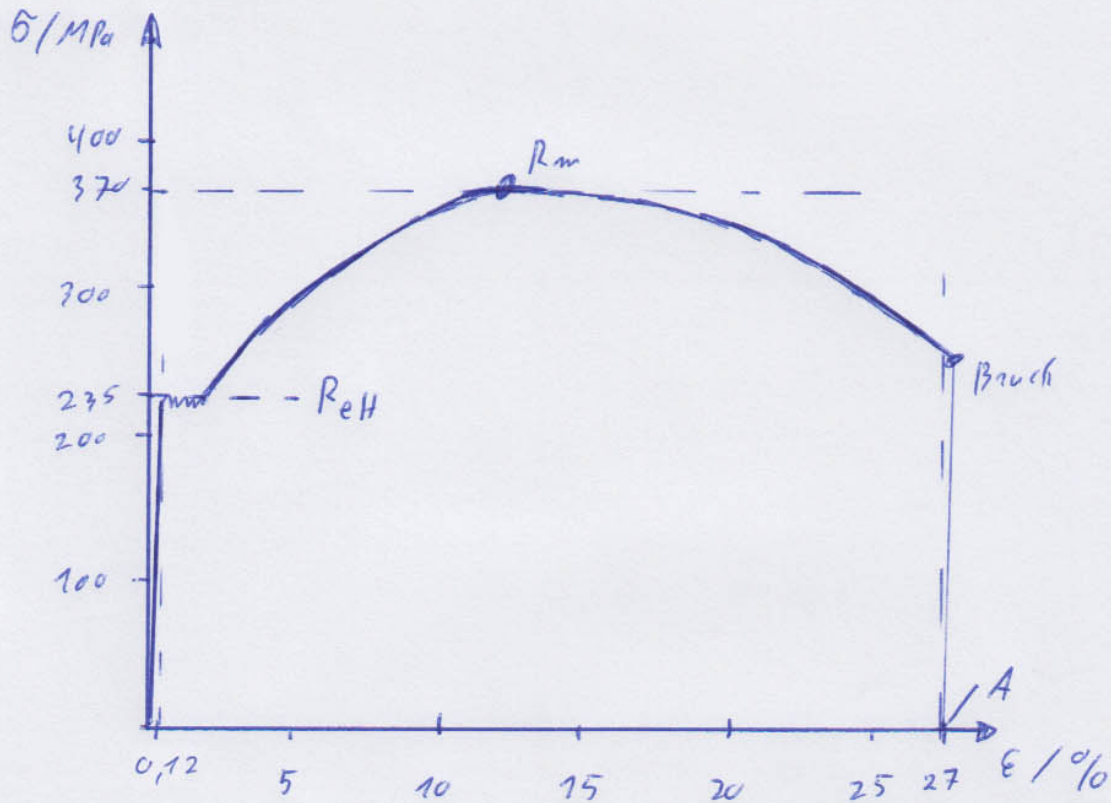
e) $1 eV$ ist die Energie, die ein e^- aufnimmt (oder abgibt), wenn es im Vakuum eine Spannung von $1 V$ durchläuft.

$$f) 1 eV = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ As} \cdot 1 V = \underline{\underline{1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}}}$$

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

Aufgabe 5)

- a) Zeichnen Sie ein Spannungs- Dehnungsdiagramm für einen ferritischen Stahl mit einer Zugfestigkeit $R_m = 370 \text{ MPa}$, einer Streckgrenze $R_{eH} = 235 \text{ MPa}$, einem Elastizitätsmodul $E = 200 \text{ GPa}$ und einer Bruchdehnung $A = 27 \%$. (8P)
- b) Eine runde Stange aus diesem Material soll mit einer Masse $m = 10 \text{ t}$ auf Zug belastet werden. Die Zugspannungen in der Stange sollen dabei 40% der Streckgrenze nicht überschreiten. Welcher Mindestdurchmesser ist dafür notwendig? (4P)



$$\epsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{235 \cdot 10^6 \text{ Pa}}{200 \cdot 10^9 \text{ Pa}} = 1,2 \cdot 10^{-3} = 0,12 \%$$

$$b) F_G = 10^4 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 98100 \text{ N}$$

$$40\% \cdot R_{eH} = 0,4 \cdot 235 \text{ MPa} = 94 \text{ MPa} = 94 \text{ N/mm}^2$$

$$A = \frac{F}{\sigma} = \frac{98100 \text{ N}}{94 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2} = 1044 \text{ mm}^2$$

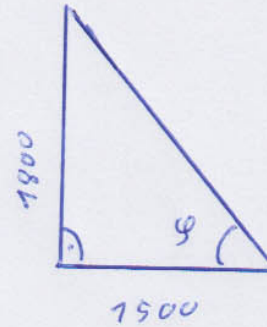
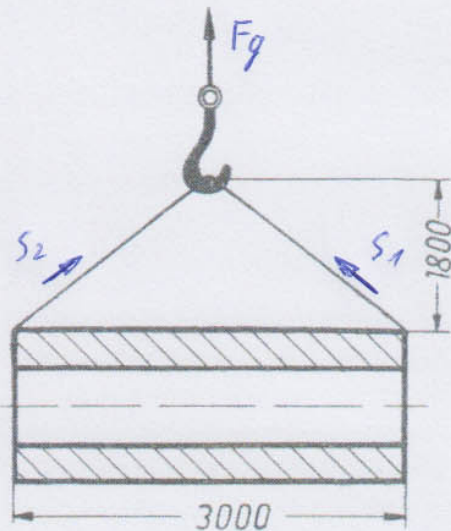
$$\phi_{\min} = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1044 \text{ mm}^2}{\pi}} = \underline{\underline{36,5 \text{ mm}}}$$

Die Stange sollte einen Mindestdurchmesser von 36,5 mm besitzen

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

Aufgabe 6)

Ein Stahlrohr mit einer Masse $m = 200 \text{ kg}$ ist gemäß der Abbildung mittels eines Drahtseiles an einem Kranhaken aufgehängt.



$$\tan \varphi = \frac{1800}{1500} = 1,2 \Rightarrow \varphi = 50,19^\circ$$

Alle Maße in mm.

- a) Welche Kräfte wirken an den Seilen? (10P)
 b) Wie verändern sich die Seilkräfte, wenn ein längeres Seil genommen wird? (2P)
 Nehmen Sie vereinfacht an $g = 10 \text{ m/s}^2$.

a) Da das Rohr symmetrisch an dem Seil hängt ist $|S_1| = |S_2|$.

$$\sum F_y = 0 = F_G - S_{1y} - S_{2y} = F_G - 2S_1 \cdot \sin \varphi$$

$$S_1 = S_2 = \frac{F_G}{2 \cdot \sin \varphi} = \frac{m \cdot g}{2 \cdot \sin \varphi} = \frac{200 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2}{2 \cdot \sin(50,19^\circ)} = 1302 \text{ N} \approx \underline{\underline{1300 \text{ N}}}$$

b) Durch ein längeres Seil wird φ größer und damit die Seilkraft kleiner.

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

Aufgabe 7)

Ein Teilchen der Masse $m = 2 \text{ kg}$ hat befindet sich am Ort $\vec{r} = \begin{pmatrix} 3 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ m}$ und hat eine

Geschwindigkeit $\vec{v} = \begin{pmatrix} 5 \\ -1 \\ 1 \end{pmatrix} \text{ m/s}$

- a) Wie groß ist sein Drehimpuls \vec{L} bezogen auf den Ursprung? (3P)
 b) Bestimmen Sie die Beträge $|\vec{L}|$ und $|\vec{r}|$. (2P)
 c) Bestimmen Sie den Winkel zwischen \vec{L} und \vec{r} . (2P)
 d) Der Betrag des Drehimpulses $|\vec{L}|$ soll innerhalb von 1s um 10% vergrößert werden. Wie groß ist das dafür notwendige Drehmoment $|\vec{M}|$? (3P)

$$\begin{aligned}
 \text{a) } \vec{L} &= \vec{r} \times m \cdot \vec{v} = 2 \text{ kg} \cdot \begin{pmatrix} 3 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ m} \times \begin{pmatrix} 5 \\ -1 \\ 1 \end{pmatrix} \frac{\text{m}}{\text{s}} \\
 &= 2 \text{ kg} \cdot \begin{pmatrix} 1 \cdot 1 - 0 \cdot (-1) \\ 0 \cdot 5 - 3 \cdot 1 \\ 3 \cdot (-1) - 1 \cdot 5 \end{pmatrix} \frac{\text{m}}{\text{s}} = \begin{pmatrix} 2 \\ -6 \\ -10 \end{pmatrix} \text{ kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}
 \end{aligned}$$

$$\text{b) } |\vec{L}| = \sqrt{2^2 + (-6)^2 + (-10)^2} \text{ kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} = \underline{\underline{17,2 \text{ kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}}}$$

$$|\vec{r}| = \sqrt{3^2 + 1^2 + 0^2} \text{ m} = \underline{\underline{3,16 \text{ m}}}$$

c) \vec{L} & \vec{r} stehen senkrecht aufeinander, da \vec{L} aus dem Kreuzprodukt von \vec{r} & \vec{p} berechnet wurde

$$\left(\text{alternativ } \vec{L} \cdot \vec{r} = (2 \cdot 3 + 1 \cdot (-6) + 0) \text{ kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} = 0 \right)$$

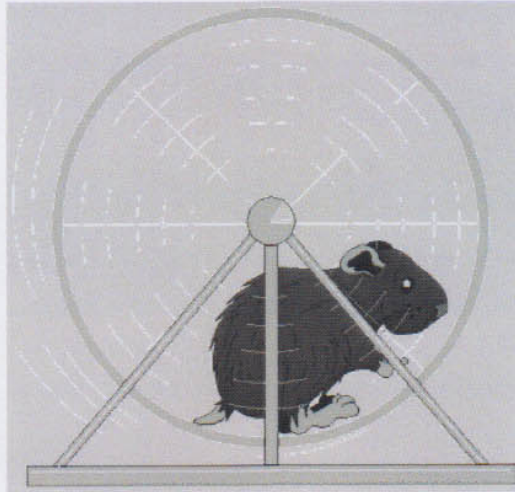
$$\text{d) } M = \frac{dL}{dt} = \frac{10\% \cdot 17,2 \text{ kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}}{1 \text{ s}} = 1,72 \frac{\text{kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}}{\text{s}} = \underline{\underline{1,72 \text{ Nm}}}$$

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

Aufgabe 8)

(12P)

Ein Hamster läuft in einem Laufrad. Das Laufrad ist an einem Dynamo angeschlossen.
Schätzen Sie die Leistung ab, die mit diesem Kleinstkraftwerk erzeugt werden kann.



Es gibt Hamster zwischen 20g bis 650g.

Annahme der Hamster habe eine Masse von 100g

$$\Rightarrow F_g = 1N$$

Annahme der Hamster laufe mit einer Geschwindigkeit $v = 0,5 \text{ m/s}$. Dabei kommt er im Laufrad auf $\approx 30^\circ$ zur Horizontalen.

$$P = F \cdot v = F_g \cdot \sin \alpha \cdot v$$

$$= 1N \cdot 0,5 \cdot 0,5 \text{ m/s} = 0,25 \frac{\text{Nm}}{\text{s}} = \underline{\underline{0,25 \text{ W}}}$$

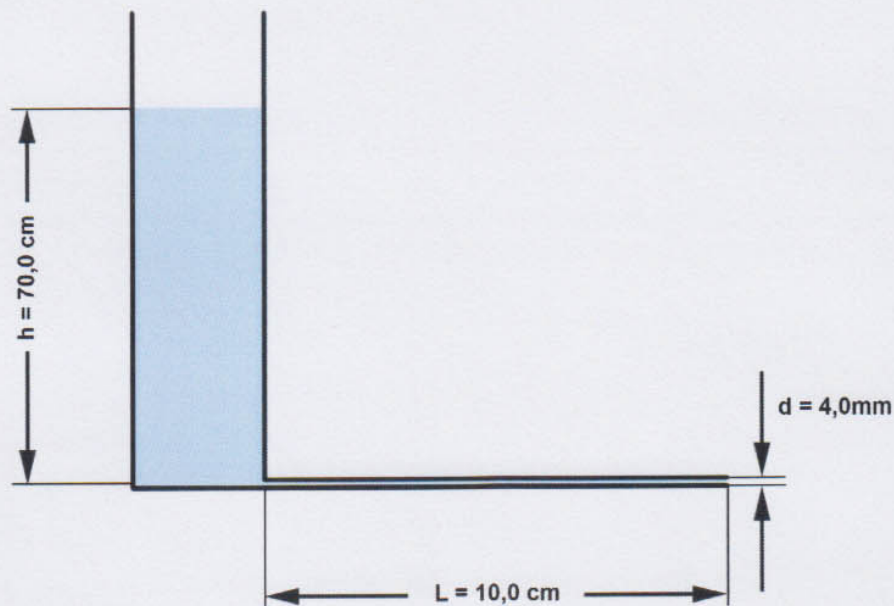
(Je nach Annahme können realistische Schätzungen zwischen 0,1 W bis 1,0 W schwanken)

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

Aufgabe 9)

Mit einem Ausflussviskosimeter soll die Viskosität eines Motoröls bestimmt werden. (12P)

Das Motoröl hat eine Dichte von 0,85 kg pro Liter.



Das Öl fließt aus einem Vorratsgefäß durch eine Kapillare mit einer Länge $l = 10,0 \text{ cm}$ und einem Innendurchmesser $d = 4,0 \text{ mm}$.

Wenn die Flüssigkeitssäule in dem Vorratsgefäß eine Höhe $h = 70 \text{ cm}$ hat, beträgt der Volumenstrom $I_V = 3,52 \text{ cm}^3/\text{min}$

Hagen Poiseuillesches Gesetz: $\Delta P = \frac{8 \eta \cdot l}{\pi r^4} \cdot I_V$

$$\Delta P = \rho \cdot g \cdot h = 850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,7 \text{ m} = 5837 \text{ Pa}$$

$$I_V = 3,52 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}} \cdot \frac{\text{min}}{60 \text{ s}} \cdot \left(\frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} \right)^3 = 5,867 \cdot 10^{-8} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$\eta = \frac{\Delta P \cdot \pi \cdot r^4}{8 \cdot l \cdot I_V} = \frac{5837 \text{ Pa} \cdot \pi \cdot (2 \cdot 10^{-3} \text{ m})^4}{8 \cdot 0,10 \text{ m} \cdot 5,867 \cdot 10^{-8} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}} = \underline{\underline{6,25 \text{ Pa} \cdot \text{s}}}$$