

HSD FB EI
Studiengang : EIT WIE

WS 2023/24
22.02.2024

PO 2020

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)

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

ja nein

Punktzahl Klausur:

Prüfer:

Note :

Datum:

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

Aufgabe 1)

- a) Wie heißt das Isotop ^{121}Sb ? (2P)
- b) Wie viele Neutronen besitzt ^{121}Sb ? (1P)
- c) Wie viele Valenzelektronen besitzt ^{121}Sb ? (1P)
- d) Welche Molmasse besitzt Sb ? (1P)
- e) Wie viele Elektronenschalen besitzt ^{121}Sb ? (1P)
- f) Welchen Wert hat die elektrische Feldkonstante? (1P)
- g) Welchen Siedepunkt in $^{\circ}\text{C}$ besitzt Argon? (1P)
- i) Nennen Sie zwei Halbmetalle. (2P)

a) Antimon - 121

b) $121 - 51 = 70$

c) 5

d) $121,75 \text{ g/mol}$

e) 5

f) $8,8541878 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}} = 8,8541878 \text{ pFm}^{-1}$ g) $(87,29 - 273,15)^{\circ}\text{C} = -185,86^{\circ}\text{C} \approx -186^{\circ}\text{C}$

h) As, Sb, Bi

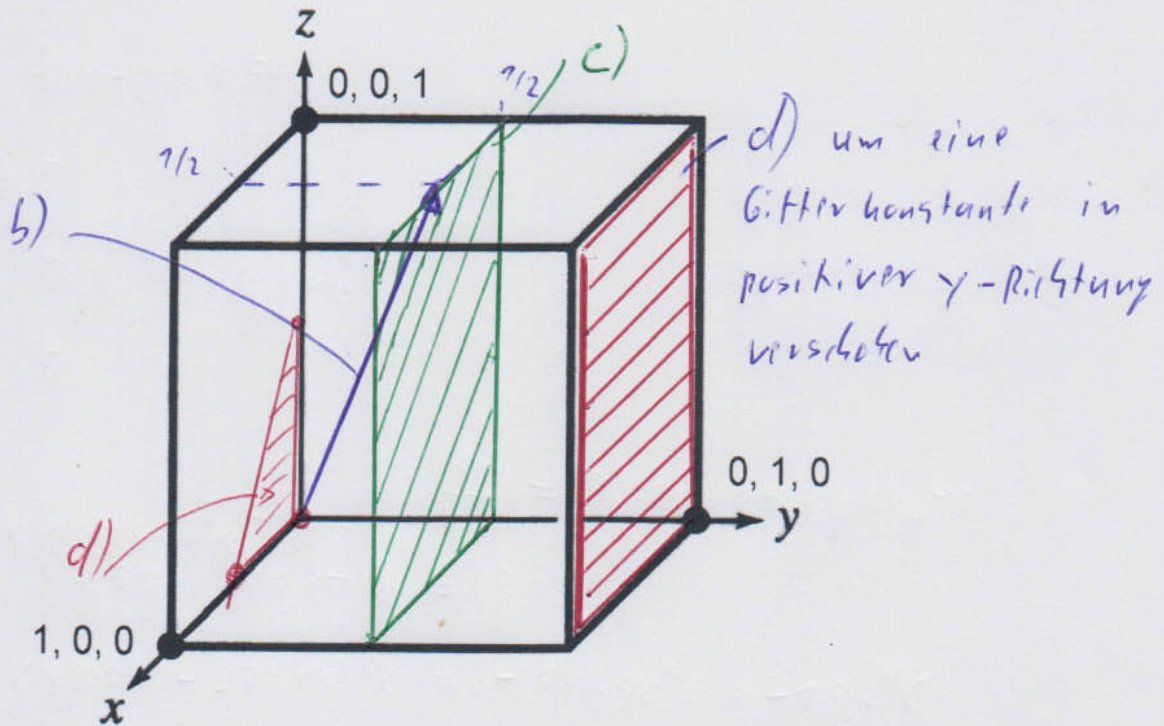
Name.....Mat.Nr.....

Aufgabe 2)

- a) Bestimmen Sie die Millerschen Indizes der Richtung, die von dem Punkt $1, 1, -1$ zu dem Punkt $0, 2, 1$ zeigt. (2P)
- b) Zeichnen Sie eine von a) verschiedene äquivalente Richtung **in die abgebildete Elementarzelle**.
(Anfangs- und Endpunkt sollen auf der Oberfläche der eingezeichneten Elementarzelle liegen.) (2P)
- c) Zeichnen Sie eine $(0 \ 2 \ 0)$ Ebene in die abgebildete Elementarzelle (2P)
- d) Bestimmen Sie die Indizes der Ebene, die durch die Punkte $0, 0, 0$; $0, 0, \frac{1}{2}$ und $\frac{1}{2}, 0, 0$ geht. (2P)

$$\begin{array}{r} E \quad 0 \quad 2 \quad 1 \\ A \quad 1 \quad 1 \quad -1 \\ \hline \end{array}$$

$$E-4 \quad -1 \quad 1 \quad 2 \Rightarrow \underline{\underline{[\bar{1} \ 1 \ 2]}}$$



d) Schnittpunkte mit den Achsen $\varnothing \ 1 \ \varnothing$
 Gitterwerte bilden $\Rightarrow \underline{\underline{(0 \ 1 \ 0)}}$

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

Aufgabe 3)

Die Stromdichte in einem 50 m langen Golddraht mit 2 Ω Widerstand betrage 100 A cm^{-2} .

- a) Berechnen Sie den Drahtdurchmesser. (3P)
- b) Berechnen Sie die anliegende Spannung. (3P)
- c) Berechnen Sie die Verlustleistung. (2P)

$$\rho(\text{Au}) = 2,20 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m} \quad (\text{BVL Tabelle 33})$$

$$a) R = \rho \cdot \frac{l}{A} \Rightarrow A = \frac{\rho \cdot l}{R} = \frac{2,20 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m} \cdot 50 \text{m}}{2 \Omega} = 5,5 \cdot 10^{-7} \text{m}^2$$

$$A = \pi \cdot \frac{d^2}{4} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 5,5 \cdot 10^{-7} \text{m}^2}{\pi}} =$$

$$= 8,3683 \cdot 10^{-4} \text{m} = \approx 0,84 \text{mm}$$

$$b) U = R \cdot I = R \cdot S \cdot A = 2 \Omega \cdot \frac{100 \text{A}}{\text{cm}^2} \cdot 5,5 \cdot 10^{-7} \text{m}^2 \cdot \frac{10000 \text{cm}^2}{1 \text{m}^2} = \underline{\underline{1,10 \text{V}}}$$

$$c) P = \frac{U^2}{R} = \frac{(1,10 \text{V})^2}{2 \Omega} = 0,605 \text{W} \approx \underline{\underline{0,6 \text{W}}}$$

Aufgabe 4)

Aluminiumfolie zur Aufbewahrung von Nahrungsmitteln hat eine Masse von etwa 0,045 g/cm^2 . Wie viele Atome sind in 1m^2 dieser Folie enthalten? (6P)

$$\rho(\text{Al}) = 26,98 \text{g/mol} \quad (\text{BVL Periodensystem})$$

$$N = N_A \cdot n = N_A \cdot \frac{m}{\rho}$$

$$= 6,022 \cdot 10^{23} \frac{\text{Atome}}{\text{mol}} \cdot 0,045 \frac{\text{g}}{\text{cm}^2} \cdot \frac{10000 \text{cm}^2}{1 \text{m}^2} \cdot 1 \text{m}^2 \cdot \frac{1}{26,98 \text{g/mol}}$$

$$= 1,00441 \cdot 10^{25} \text{Atome} \approx \underline{\underline{1,00 \cdot 10^{25} \text{Atome}}}$$

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

Aufgabe 5)

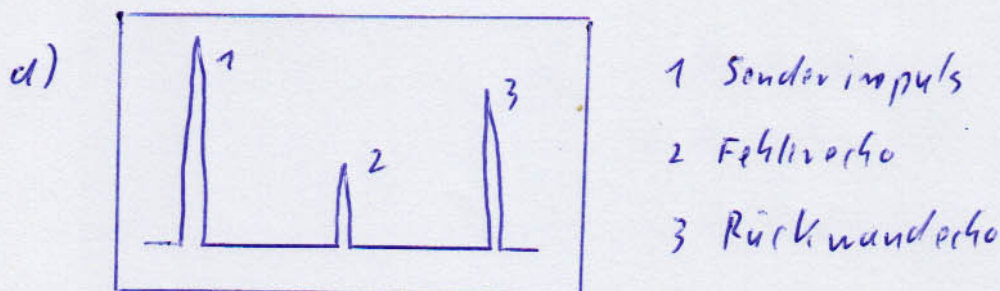
Gegeben ist eine Aluminiumprobe, die mit einer Ultraschalluntersuchung mit Hilfe des Impuls Echo Verfahrens auf interne Defekte untersucht werden soll. Die Dichte von Aluminium beträgt $2,7 \text{ g cm}^{-3}$, der Elastizitätsmodul beträgt 70 GPa .

- Berechnen Sie die Schallgeschwindigkeit für Longitudinalwellen in der Aluminiumprobe. (2P)
- Warum muss an der Grenzfläche zwischen Ultraschallprüfkopf und Werkstück ein Koppelmedium, z.B. ein Gel oder Öl verwendet werden? (1P)
- Die Aluminiumprobe hat eine Dicke von 25 mm. Wie lange dauert es für den Ultraschallimpuls, um die gesamte Dicke der Probe zu durchqueren, basierend auf der berechneten Schallgeschwindigkeit? (2P)
- Zeichnen Sie schematisch das Bild auf einem Oszilloskop bei einer Ultraschallprüfung, wenn der Impuls in der Mitte des Materials auf eine Fehlstelle trifft, dort reflektiert und mit dem Empfänger detektiert wird. (3P)
- Angenommen, der reflektierte Ultraschallimpuls von einer kleinen Fehlstelle kommt nach $1,0 \mu\text{s}$ zurück zum Prüfkopf. Wie tief befindet sich die Fehlstelle in der Aluminiumprobe? (2P)

$$a) v = \sqrt{\frac{E}{\rho}} = \sqrt{\frac{70 \cdot 10^9 \text{ Pa}}{2700 \text{ kg m}^{-3}}} = 5091,75 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx \underline{\underline{5090 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

b) Um Reflexionen an dem Übergang Werkstoff/Prüfkopf zu minimieren

$$c) s = v \cdot t \Rightarrow t = \frac{s}{v} = \frac{2 \cdot d}{v} = \frac{2 \cdot 25 \cdot 10^{-3} \text{ m}}{5090 \text{ m/s}} = \underline{\underline{9,82 \mu\text{s}}}$$



$$e) \text{ Tiefe der Fehlstelle} = \frac{v \cdot t}{2} = \frac{5090 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ s}}{2} = 2,545 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$\approx \underline{\underline{2,5 \text{ mm}}}$$

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

Aufgabe 6)

Nach einem Starkregen ist ein Keller mit einer Grundfläche von 50 m^2 vollgelaufen. Das Wasser steht 30 cm hoch. Um den Keller leer zu pumpen steht eine Tauchpumpe mit folgenden Daten zur Verfügung:

Elektrische Leistungsaufnahme: 800 W maximaler Durchfluss: $20000 \text{ Liter h}^{-1}$ bei 0 m SteighöheDruck: $0,8 \text{ bar}$

- a) Bis zu welcher Steighöhe kann Wasser abgepumpt werden? (2P)
- b) Die Durchflussmenge verringert sich linear mit der Steighöhe, bis sie bei der maximalen Steighöhe gleich null wird. Wie groß ist der Durchfluss wenn das Wasser zum leerpumpen des Kellers $2,5 \text{ m}$ angehoben werden muss? (2P)
- c) Wie lange dauert das Leerpumpen des Kellers? (2P)
- d) Welche mechanische Arbeit in *Joule* wird dafür benötigt? (2P)
- e) Was kostet das Leerpumpen des Kellers bei einem Strompreis von 40 ct/kWh ? (2P)
- f) Wie groß ist der Wirkungsgrad der Tauchpumpe? (2P)

$$a) p = \rho \cdot g \cdot h$$

$$h = \frac{p}{\rho \cdot g} = \frac{0,8 \cdot 10^5 \text{ Pa}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = \underline{\underline{8,0 \text{ m}}}$$

$$b) q = q_{\text{max}} \cdot \frac{8 \text{ m} - 2,5 \text{ m}}{8 \text{ m}} = 20000 \text{ l/h} \cdot \frac{5,5}{8} = \underline{\underline{13750 \frac{\text{l}}{\text{h}}}}$$

$$c) V = A \cdot h = 50 \text{ m}^2 \cdot 0,3 \text{ m} = 15 \text{ m}^3$$

$$t = \frac{15 \text{ m}^3}{13,75 \text{ m}^3/\text{h}} = \underline{\underline{1,09 \text{ h} = 1 \text{ h } 5,5 \text{ min}}}$$

$$d) W = m \cdot g \cdot h = \rho \cdot V \cdot g \cdot h = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 15 \text{ m}^3 \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 2,5 \text{ m}$$

$$\underline{\underline{W = 375 \text{ kJ}}}$$

$$e) p_{\text{Preis}} = 40 \frac{\text{ct}}{\text{kWh}} \cdot 800 \text{ W} \cdot 1,09 \text{ h} = \underline{\underline{35 \text{ ct}}}$$

$$f) \eta = \frac{W_{\text{out}}}{W_{\text{in}}} = \frac{375 \text{ kJ} \cdot 1 \text{ Ws}}{0,8 \text{ kW} \cdot 1,09 \text{ h} \cdot 3600 \text{ s}} = \underline{\underline{11,9 \%}}$$

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

Aufgabe 7)

Der Umfang des Äquators beträgt $40075,017 \text{ km}$ (gemäß WGS84).Die Erde dreht sich an einem Sternentag um 360° einmal um ihre eigene Achse.Ein Sternentag hat eine Dauer von $23 \text{ h } 56 \text{ m } 4,1 \text{ s}$.

- a) Wie groß ist die Umfangsgeschwindigkeit eines Punktes auf dem Äquator? (2P)
 b) Wie groß ist die Winkelgeschwindigkeit ω der Erde? (2P)

Ein Airbus A320 mit einer Masse von 77000 kg fliegt mit einer Geschwindigkeit von 720 km h^{-1} in über den Nordpol.

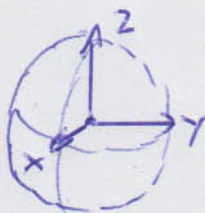
- c) Berechnen Sie die Coriolisbeschleunigung des Flugzeugs durch die Erdrotation. (5P)
 d) In welche Himmelsrichtung wird das Flugzeug abgelenkt? (1P)
 e) Berechnen Sie die Corioliskraft auf das Flugzeug. (2P)

$$a) \quad t = 23 \text{ h} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{\text{h}} + 56 \text{ m} \cdot \frac{60 \text{ s}}{\text{m}} + 4,1 \text{ s} = \underline{\underline{86164,1 \text{ s}}}$$

$$v = \frac{s}{t} = \frac{40075017 \text{ m}}{86164,1 \text{ s}} = \underline{\underline{465,1 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 1674,4 \frac{\text{km}}{\text{h}}}}$$

$$b) \quad \omega = \frac{2 \cdot \pi}{t} = \frac{2 \cdot \pi}{86164,1 \text{ s}} = \underline{\underline{7,292 \cdot 10^{-5} \frac{\text{rad}}{\text{s}}}}$$

$$c) \quad \vec{a}_c = 2 \cdot \vec{v} \times \vec{\omega} = 2 \cdot v \cdot \omega \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} = 2 \cdot v \cdot \omega \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \\ 0 \end{pmatrix}$$



$$\vec{a}_c = 2 \cdot \frac{720 \text{ km}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ m h}}{3,6 \text{ km} \cdot \text{s}} \cdot 7,292 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{s}} \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$= 2,9168 \cdot 10^{-2} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \\ 0 \end{pmatrix} = \underline{\underline{2,92 \cdot 10^{-2} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \\ 0 \end{pmatrix}}}$$

d) Nach Westen

$$e) \quad \vec{F}_c = m \cdot \vec{a}_c = 77000 \text{ kg} \cdot 2,92 \cdot 10^{-2} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \\ 0 \end{pmatrix} = 2245,47 \text{ N} \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\approx \underline{\underline{2,25 \text{ kN} \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \\ 0 \end{pmatrix}}}$$

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

Aufgabe 8)

Mit einer Dampfhamme soll ein Pfahl in das Erdreich eingetrieben werden. Dabei fällt der Hammerkopf mit einer Masse von 2,5 Tonnen aus 3,8 m frei herab.

- Mit welcher Geschwindigkeit kommt der Hammer unten an? (2P)
- Wie lange dauert der Fall? (2P)
- Welche kinetische Energie hat der Hammer kurz vor dem Aufprall? (2P)
- Welchen Impuls hat der Hammer kurz vor dem Aufprall? (2P)
- Wie weit wird der Pfahl mit einem Schlag eingetrieben, wenn die die Bremskraft durch das Erdreich unabhängig von der Geschwindigkeit 200kN beträgt? (4P)

$$\begin{aligned}
 a) \quad & \left. \begin{aligned} s &= \frac{1}{2} g t^2 \\ v &= g \cdot t \end{aligned} \right\} s = \frac{1}{2} \frac{v^2}{g} \Rightarrow v = \sqrt{2 \cdot s \cdot g} = \sqrt{2 \cdot 3,8 \text{ m} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2} \\
 & = 8,6346 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx \underline{\underline{8,63 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}
 \end{aligned}$$

$$b) \quad t = \frac{v}{g} = \frac{8,6346 \text{ m/s}}{9,81 \text{ m/s}^2} = 0,8801 \text{ s} \approx \underline{\underline{0,88 \text{ s}}}$$

$$\begin{aligned}
 c) \quad E_{\text{kin}} = E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h = 2500 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 3,8 \text{ m} = \\
 = 93795 \text{ J} \approx \underline{\underline{93 \text{ kJ}}}
 \end{aligned}$$

$$d) \quad p = m \cdot v = 2500 \text{ kg} \cdot 8,6346 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 21586 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx \underline{\underline{21,6 \text{ kNs}}}$$

$$e) \quad F = m \cdot a \Rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{200000 \text{ N}}{2500 \text{ kg}} = 80 \text{ m/s}^2$$

$$s = \frac{1}{2} \frac{v^2}{a} = \frac{1}{2} \frac{(8,63 \text{ m/s})^2}{80 \text{ m/s}^2} = 0,4655 \text{ m} \approx \underline{\underline{47 \text{ cm}}}$$

Name.....Mat.Nr.

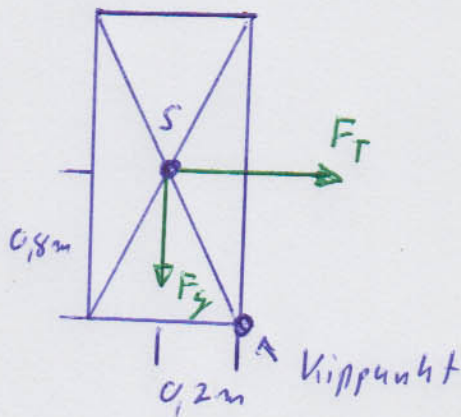
Aufgabe 9)

Auf einem LKW steht eine 1,6 m hohe und 0,4 m breite Kiste mit einer Masse von 200 kg. Der Schwerpunkt der Kiste befindet sich genau in der Mitte.

- Unter welchem Wert muss die Beschleunigung, bzw. die Verzögerung liegen, damit ohne Sicherung bei einer Haftreibungszahl $\mu = 0,2$ die Kiste nicht anfängt zu rutschen? (2P)
- Unter welchem Wert muss die Beschleunigung, bzw. die Verzögerung liegen, damit die Kiste nicht umkippt, wenn die Standfläche gegen Wegrutschen gesichert ist? (6P)
- Mit welcher Geschwindigkeit darf der LKW in einer Kurve mit einem Radius von 10 m maximal fahren, damit die wie in b) gesicherte Kiste nicht umkippt? (3P)

$$a) \quad m \cdot a \leq m \cdot \mu \cdot g \Rightarrow a \leq \mu \cdot g = 0,2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \leq \underline{\underline{1,96 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

b)



Damit die Kiste nicht kippt, muss für die Drehmomente um den Kippunkt gelten

$$F_T \cdot 0,8 \text{ m} \leq F_g \cdot 0,2 \text{ m}$$

$$m \cdot a \cdot 0,8 \text{ m} \leq m \cdot g \cdot 0,2 \text{ m} \Rightarrow a \leq g \cdot \frac{0,2 \text{ m}}{0,8 \text{ m}} = \frac{9,81 \text{ m/s}^2}{4} = \underline{\underline{2,45 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

c) In einer Kurve ist die Trägheitskraft = Fliehkraft

$$a_z = \frac{v^2}{r} \Rightarrow v \leq \sqrt{a_z \cdot r} = \sqrt{2,45 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 10 \text{ m}} = 4,95 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$= \underline{\underline{17,8 \text{ km/h}}}$$