

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 :

Prüfer:

Note :

Datum:

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

Aufgabe 1)

Gegeben ist das Element F .

- a) Wie heißt das Element? **Fluor** (1P)
- b) Welche Ordnungszahl besitzt es? **9** (1P)
- c) Geben Sie ein stabiles Isotop des Elementes an. **^{19}F bzw. $^{19}_9\text{F}$ Fluor-19** (1P)
- d) Wie viele Schalen besitzt seine Elektronenhülle? **2** (1P)
- e) Wie viele Valenzelektronen besitzt es? **7** (1P)
- f) Geben Sie die Atommasse des Elementes an. **$18,998 \text{ g mol}^{-1}$** (1P)
- g) Bei dem Element handelt es sich um ein Halogen ja nein (1P)
- h) Unter Normalbedingungen ist es fest. ja nein (1P)
- j) Wie viele stabile Isotope besitzt es? **1** (1P)
- k) Mit Metallen verbindet es sich mit einer Ionenbindung
 kovalenten Bindung
 Metallischen Bindung
 Van der Waals Bindung (1P)

Aufgabe 2)

In einkristallinem Silizium wird jedes 10^9 -te Si Atom durch ein Arsen Atom ersetzt. (4P)

Wie groß ist die elektrische Leitfähigkeit des Materials?
 $\rho(\text{Si}) = 2,4 \text{ g cm}^{-3}$; $\mu_e(\text{Si}) = 1900 \text{ cm}^2 \text{V}^{-1} \text{s}^{-1}$; $\mu_l(\text{Si}) = 500 \text{ cm}^2 \text{V}^{-1} \text{s}^{-1}$

$$\rho(\text{Si}) = 2,4 \text{ g cm}^{-3}$$

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

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

As hat 5 Valenzelektronen \Rightarrow Es muß n_0 benutzt werden

$$\sigma = n(\text{As}) \cdot \mu_e(\text{Si}) \cdot q = 5,145 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-3} \cdot 1900 \text{ cm}^2 \text{V}^{-1} \text{s}^{-1} \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ As}$$

$$= 1,566 \cdot 10^{-2} \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1} \approx \underline{\underline{1,6 \cdot 10^{-2} \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}}}$$

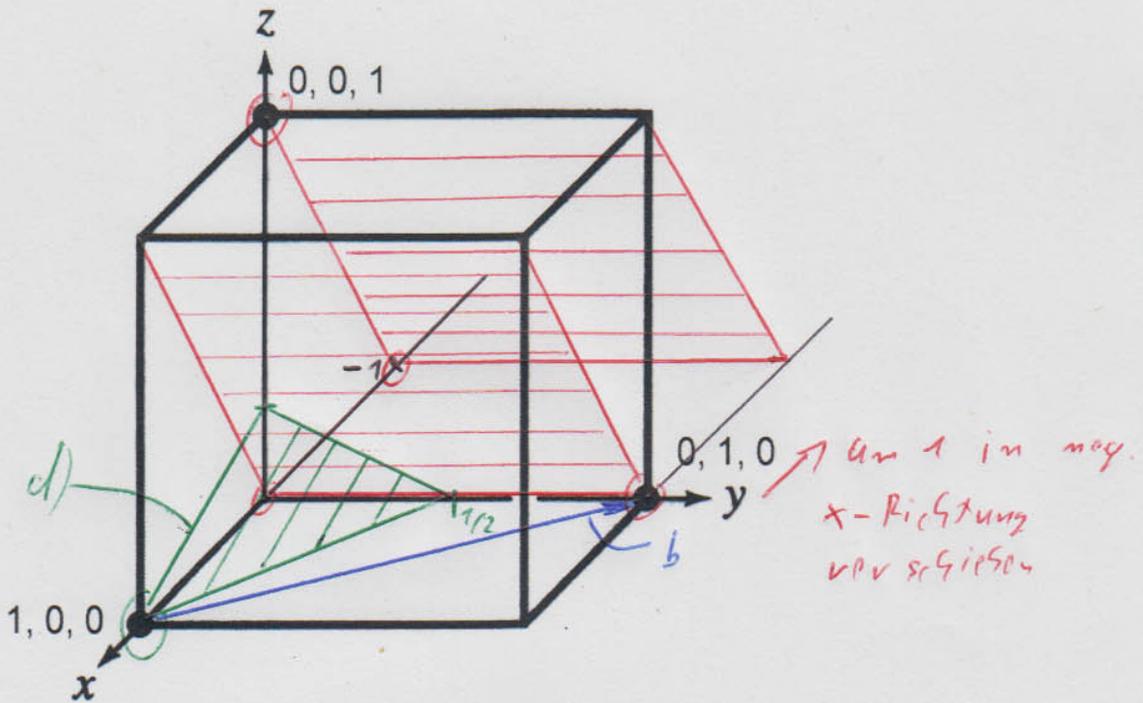
Name.....Mat.Nr:.....

Aufgabe 3)

- a) Geben Sie drei verschiedene äquivalente Richtungen zu $[0\ 1\ 2]$ an. (2P)
- b) Zeichnen Sie eine $[\bar{1}\ 1\ 0]$ Richtung in die EZ 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 $1, 1, 1$ $0, 1, 0$ $0, 0, 0$ geht. (2P)
- d) Zeichnen Sie eine $(1\ 2\ 3)$ - Ebene in die Elementarzelle ein. (2P)

a) $[2\ 1\ 0]$ $[0\ \bar{1}\ 2]$ $[1\ 0\ 2]$ $[1\ 2\ 0]$ $[\bar{1}\ 2\ 0]$ $[\bar{1}\ \bar{2}\ 0]$...

b) Schnittpunkte der verschiedenen Ebene mit den Achsen
 $x = -1, y = \infty, z = +1 \Rightarrow \underline{(\bar{1}\ 0\ 1)}$



x) zu d) sind noch 2 weitere Lösungen möglich

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

Aufgabe 4)

In einem bcc Gitter wird eines der möglichen Gleitsysteme aus einer (1 2 3) Gleitebene zusammen mit einer [0 1 1] Gleitrichtung gebildet.

In [1 1 2] Richtung wird eine Zugspannung $\sigma = 50 \text{ MPa}$ angelegt.

- a) Bestimmen Sie den Winkel θ zwischen der Flächennormalen der Gleitebene und der Richtung der Schubspannung. (3P)
- b) Bestimmen Sie den Winkel λ zwischen der Flächennormalen der Gleitebene und der Gleitrichtung. (3P)
- c) Wie groß ist die resultierende Schubspannung auf das angegebene Gleitsystem? (4P)

Die [123] Richtung steht senkrecht auf der (123) Ebene

$$a) \cos \theta = \frac{\begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 2 \end{pmatrix}}{\sqrt{1^2+2^2+3^2} \cdot \sqrt{1^2+1^2+2^2}} = \frac{1+2+6}{\sqrt{14} \cdot \sqrt{6}} = 0,9814$$

$$\Rightarrow \theta = \arccos 0,9814 = 10,87^\circ \approx \underline{\underline{10,9^\circ}}$$

$$b) \cos \lambda = \frac{\begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}}{\sqrt{14} \cdot \sqrt{1^2+1^2}} = \frac{0+2+3}{\sqrt{14} \cdot \sqrt{2}} = 0,9449$$

$$\lambda = \arccos 0,9449 = 19,106^\circ \approx \underline{\underline{19,1^\circ}}$$

$$c) \tau = \sigma \cdot \cos \theta \cdot \cos \lambda = 50 \text{ MPa} \cdot 0,9819 \cdot 0,9449$$

$$= 46,39 \text{ MPa} \approx \underline{\underline{46,4 \text{ MPa}}}$$

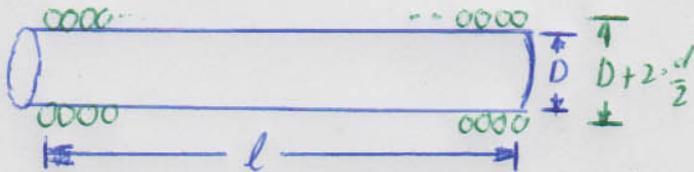
Name.....Mat.Nr:.....

Aufgabe 5)

Eine zylindrische Luftspule mit 2000 Wicklungen wird einlagig aus lackisoliertem Kupferdraht mit einem Durchmesser $d = 0,25 \text{ mm}$ auf einen Spulenkörper mit dem Durchmesser $D = 50 \text{ mm}$ gewickelt. Durch die Spule fließt ein Strom $I = 0,20 \text{ A}$.

$$\rho(\text{Cu}) = 8,92 \text{ g/cm}^3 \quad \kappa(\text{Cu}) = 58,1 \cdot 10^6 \text{ 1/}\Omega\text{m}$$

- Welche Länge l hat die Spule? (1P)
- Welche Länge L hat der Kupferdraht? (1P)
- Welche Masse in Gramm hat der Draht? (2P)
- Welchen Ohm'schen Widerstand hat der Draht? (2P)
- Wie groß ist die Verlustleistung in Watt? (1P)
- Wie groß ist die magnetische Durchflutung? (1P)
- Wie groß ist die magnetische Feldstärke im Inneren der Spule? (2P)
- Wie groß ist die magnetische Flussdichte im Inneren der Spule? (2P)
- Wie groß ist der magnetische Fluss im Inneren der Spule? (2P)



$$a) l = n \cdot d = 2000 \cdot 0,25 \text{ mm} \\ = \underline{\underline{500 \text{ mm}}}$$

$$b) L = \pi \left(D + \frac{2d}{2} \right) \cdot n = \pi \cdot (50 + 0,25) \text{ mm} \cdot 2000 = 315,73 \text{ m} \approx \underline{\underline{316 \text{ m}}}$$

$$c) m = \rho \cdot V = 8,92 \text{ g/cm}^3 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0,25 \text{ cm})^2 \cdot 315,73 \text{ cm} = 138,24 \text{ g} \approx \underline{\underline{138 \text{ g}}}$$

$$d) R = \frac{1}{\kappa} \cdot \frac{l}{A} = \frac{1 \cdot \Omega \cdot \text{m}}{58,1 \cdot 10^6} \cdot \frac{315,73 \text{ m}}{\frac{\pi}{4} \cdot (0,25 \cdot 10^{-3} \text{ m})^2} = 110,77 \Omega \approx \underline{\underline{111 \Omega}}$$

$$e) P = I^2 \cdot R = (0,2 \text{ A})^2 \cdot (110,77 \frac{\text{V}}{\text{A}}) = 4,428 \text{ W} \approx \underline{\underline{4,4 \text{ W}}}$$

$$f) \Theta = I \cdot n = 0,2 \text{ A} \cdot 2000 = \underline{\underline{400 \text{ A}}}$$

$$g) H = \frac{\Theta}{l} = \frac{400 \text{ A}}{0,5 \text{ m}} = \underline{\underline{800 \text{ A m}^{-1}}}$$

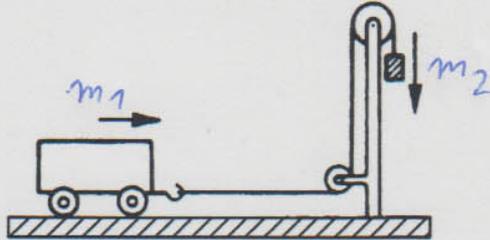
$$h) B = \mu_0 \cdot H = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}} \cdot 800 \text{ A m}^{-1} = 1,0053 \cdot 10^{-3} \text{ T} \approx \underline{\underline{1,01 \text{ mT}}}$$

$$i) \Phi = B \cdot A = 1,0053 \cdot 10^{-3} \text{ Vs m}^{-2} \cdot \frac{\pi}{4} (0,05 \text{ m} + 0,25 \cdot 10^{-3} \text{ m})^2 \\ = 1,9937 \cdot 10^{-6} \text{ Vs} \approx \underline{\underline{1,99 \mu\text{Wb}}}$$

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

Aufgabe 6)

Ein Wagen mit einer Masse von 12000 kg ist mittels eines Zugseils mit einer 1500 kg großen Masse verbunden, die beim Herabsinken den Wagen beschleunigt.



- a) Welche Beschleunigung erhält der Wagen? (3P)
- b) Welche Geschwindigkeit erreicht der Wagen nach Zurücklegen einer Strecke von 6 m ? (3P)
- c) Welches Fallgewicht wäre notwendig, damit der Wagen unter gleichen Verhältnissen nach 6 m eine Geschwindigkeit von 2 m/s erreicht? (3P)

a) $F = m \cdot a$

$$m_2 \cdot g = m_2 \cdot g - a = (m_1 + m_2) \cdot a$$

$$a = \frac{m_2}{m_1 + m_2} \cdot g = \frac{1500 \text{ kg}}{1500 \text{ kg} + 12000 \text{ kg}} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$= \underline{\underline{1,09 \text{ m/s}^2}}$$

b) $s = \frac{1}{2} a t^2$

$v = a \cdot t \Rightarrow t = \frac{v}{a}$

$$\Rightarrow s = \frac{1}{2} a \cdot \frac{v^2}{a^2} = \frac{v^2}{2a}$$

$$v = \sqrt{2 \cdot a \cdot s} = \sqrt{2 \cdot 1,09 \text{ m/s}^2 \cdot 6 \text{ m}} = 3,6166 \text{ m/s}$$

$$\approx \underline{\underline{3,62 \text{ m/s}}}$$

c) $s = \frac{1}{2} \frac{v^2}{a} \Rightarrow a = \frac{v^2}{2s} = \frac{(2 \text{ m/s})^2}{2 \cdot 6 \text{ m}} = 0,3333 \text{ m/s}^2$

$$m_2 \cdot g = (m_1 + m_2) a \Rightarrow m_2 = m_1 \cdot \frac{a}{g - a} = 12000 \text{ kg} \cdot \frac{0,3333 \text{ m/s}^2}{(9,81 - 0,3333) \text{ m/s}^2}$$

$$m_2 = \underline{\underline{422 \text{ kg}}}$$

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

Aufgabe 7)

Das Schwungrad des Pohlschen Pendels im Labor NWG besteht aus Bronze.
Es hat einen Außendurchmesser von 17 cm, einen Innendurchmesser von 13 cm und eine Dicke von 2,0 mm.



- a) Welche Masse hat das Schwungrad? (2P)
 b) Welches Massenträgheitsmoment hat das Schwungrad? (4P)
 c) Eine Spiralfeder übt auf das Schwungrad im Umkehrpunkt ein rückstellendes Drehmoment von 100 Nmm aus. Wie groß ist die Winkelbeschleunigung? (2P)
 d) Das Schwungrad dreht sich mit einer maximalen Winkelgeschwindigkeit $\omega = 5,0 \text{ rad s}^{-1}$. Wie groß ist die kinetische Energie? (2P)

a) BkL Tab 5 $V = \left(\frac{\pi d_a^2}{4} - \frac{\pi d_i^2}{4} \right) h = \frac{\pi}{4} (d_a^2 - d_i^2) \cdot h$

$$V = \frac{\pi}{4} \left[(17 \text{ cm})^2 - (13 \text{ cm})^2 \right] \cdot 0,2 \text{ cm} = 18,84955 \text{ cm}^3 \approx 18,85 \text{ cm}^3$$

BkL Tab 60 $\rho(\text{Bronze}) = 8,6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

$$m = \rho \cdot V = 18,85 \text{ cm}^3 \cdot 8,6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = 162,1 \text{ g} \approx \underline{\underline{162 \text{ g}}}$$

b) BkL Tab 5

$$J = \frac{1}{2} m \cdot \left(\left(\frac{d_a}{2} \right)^2 + \left(\frac{d_i}{2} \right)^2 \right) = \frac{1}{8} 162,1 \text{ g} \cdot (17^2 + 13^2) \text{ cm}^2$$

$$= 9280,2 \text{ g cm}^2 \cdot \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \cdot \left(\frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} \right)^2 = 9,2802 \cdot 10^{-4} \text{ kg m}^2$$

$$\approx \underline{\underline{9,28 \cdot 10^{-4} \text{ kg m}^2}}$$

c) $\alpha = \frac{M}{J} = \frac{100 \text{ Nmm} \cdot \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}}}{9,2802 \text{ kg m}^2} = 107,76 \text{ rad s}^{-2} \approx \underline{\underline{108 \text{ rad s}^{-2}}}$

d) $E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} J \omega^2 = \frac{1}{2} \cdot 9,2802 \cdot 10^{-4} \text{ kg m}^2 \cdot (5,0 \text{ s}^{-1})^2$

$$= 1,1600 \cdot 10^{-2} \text{ J} \approx \underline{\underline{1,16 \text{ mJ}}}$$

Name.....Mat.Nr.:

Aufgabe 8)

In einem Kessel befindet sich heißes Wasser und darüber Dampf mit einem Druck von 100 bar. An der Seite des Kessels befindet sich ein seitlicher Hahn mit waagerechter Öffnung. Der Durchmesser des runden Wasserhahnes betrage 2,0 cm. Die Höhe des Wasserspiegels über dem Ausfluss ist vernachlässigbar.

- a) Mit welcher Geschwindigkeit strömt das Wasser aus, wenn der Hahn geöffnet wird? (4P)
 b) Wie hängt die Ausflussgeschwindigkeit vom Durchmesser des Hahns ab? (1P)
 c) Welche kinetische Energie hat das Wasser, das innerhalb 1,0 s ausströmt? (3P)
 d) Was besagt das hydrodynamische Paradoxon? (2P)

$$a) \left. \begin{aligned} p_1 + \frac{1}{2} \rho \cdot v_1^2 &= p_2 + \frac{1}{2} \rho \cdot v_2^2 \\ v_1 &= 0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow v_2 = \sqrt{\frac{2(p_1 - p_2)}{\rho}}$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot (100 - 1) \cdot 10^5 \text{ Pa}}{1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}}} = 140,71 \text{ m s}^{-1} \approx \underline{\underline{141 \text{ m s}^{-1}}}$$

b) Die Ausflussgeschwindigkeit ist vom Durchmesser des Hahns unabhängig.

$$c) E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

$$m = \rho \cdot V = \rho \cdot A \cdot l = \rho \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot l = \frac{1000 \text{ kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\pi \cdot (0,02 \text{ m})^2}{4} \cdot 140,71 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$= 44,205 \text{ kg}$$

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} 44,205 \text{ kg} \cdot (140,71 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1})^2 = 437618 \text{ J} \approx \underline{\underline{438 \text{ kJ}}}$$

d) Wenn ein Fluid durch eine Verengung strömt, nimmt die Strömungsgeschwindigkeit zu und der Druck ab. Das führt dazu, dass zwei Platten, zwischen denen z.B. Luft strömt, angezogen werden.

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

Aufgabe 9)

Am 10.05.2024 fand der stärkste Sonnensturm seit mehreren Jahrzehnten statt. Dabei bewegten sich freie Protonen mit einer Geschwindigkeit von 700 km s^{-1} auf die Erde zu. Die Dichte betrug $20 \text{ Protonen pro cm}^3$

- a) Welchen Impuls hat ein einzelnes Proton des Sonnensturmes? (2P)
 b) Welche kinetische Energie in eV hat ein einzelnes Proton des Sonnensturmes? (3P)

In den Weg der Protonen wird eine massive, $1,0 \text{ m}^2$ große Platte gestellt, die senkrecht zur Protonenflugrichtung steht und an der die Protonen vollkommen elastisch stoßen.

- c) Wie viele Protonen treffen pro Sekunde auf die Platte? (2P)
 d) Welche Kraft übertragen die Protonen auf die Platte? (3P)
 e) Wie groß ist der dynamische Druck der Protonen auf die Platte? (1P)

Die Lorentzkraft auf ein elektrisch geladenes Teilchen beträgt $\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B})$.

Es werde ein Koordinatensystem gewählt, in dem die Protonen sich in x-Richtung auf die Erde zu bewegen, und in dem das Erdmagnetfeld von $50 \mu\text{T}$ in z-Richtung zeigt.

- f) Berechnen Sie den Vektor der Lorentzkraft auf ein Proton des Sonnensturmes. (2P)
 g) In welche Himmelsrichtung werden die Protonen abgelenkt? (1P)

$$a) p = m \cdot v = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot 700 \cdot 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 1,1725 \cdot 10^{-21} \text{ kgm s}^{-1} \approx \underline{\underline{1,172 \text{ Ns}}}$$

$$b) E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m \cdot v^2 = \frac{1}{2} 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot (700 \cdot 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1})^2 = 4,1038 \cdot 10^{-16} \text{ J} \\ = 4,1038 \cdot 10^{-16} \text{ J} \cdot \frac{1 \text{ eV}}{1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}} = 2561 \text{ eV} \approx \underline{\underline{2,56 \text{ keV}}}$$

c) Innerhalb 1s treffen alle Protonen auf die Platte, die näher als 700 km sind.

$$\Rightarrow N = n \cdot A \cdot l = 20 \cdot \text{cm}^{-3} \cdot 10^4 \text{ cm}^2 \cdot 7 \cdot 10^5 \text{ cm} = \underline{\underline{1,4 \cdot 10^{13}}}$$

$$d) F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{2 \cdot |p|}{\Delta t} = \frac{2 \cdot 1,1725 \cdot 10^{-21} \text{ Ns}}{1 \text{ s}} \cdot 1,4 \cdot 10^{13} = 3,276 \cdot 10^{-8} \text{ N} \\ \approx \underline{\underline{33 \mu\text{N}}}$$

$$e) p = \frac{F}{A} = \frac{3,276 \cdot 10^{-8} \text{ N}}{1 \text{ m}^2} = 3,276 \cdot 10^{-8} \text{ Pa} \approx \underline{\underline{33 \mu\text{Pa}}}$$

$$f) \vec{F} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ As} \begin{pmatrix} 700 \cdot 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 50 \cdot 10^{-6} \text{ T} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ -5,607 \cdot 10^{-19} \\ 0 \end{pmatrix} \text{ N} \\ \approx \underline{\underline{\begin{pmatrix} 0 \\ -5,6 \\ 0 \end{pmatrix} \mu\text{N}}}$$

g) Die Protonen werden nach Osten abgelenkt.