Technische Universität Berlin

Abt. I – Studierenden Service
Studienkolleg / Preparatory Course

Schriftliche Prüfung zur Feststellung der Eignung ausländischer Studienbewerber zum Hochschulstudium im Lande Berlin

- Universitätszweig -

Sommersemester 2014

Physik

Von den folgenden 6 Aufgaben sind 2 Aufgaben aus der Mechanik und 2 Aufgaben aus der Elektrizitätslehre zu bearbeiten.
Pro Aufgabe sind 20 Punkte zu erreichen.

Für schlechte äußere Form können pro Aufgabe 10 % der erreichbaren Punkte abgezogen werden!

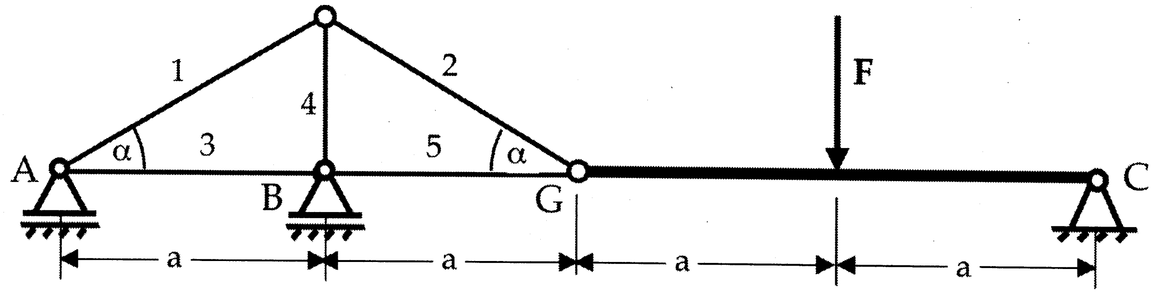
Bearbeitungszeit:	3, 5 Stunden
Erlaubte Hilfsmittel:	Formelsammlung; Taschenrechner; einsprachiges, deutsches Wörterbuch

Name: ______________________________

Kurs / Prüfungsgruppe: ______________________________

Aufgabe M1: Statik starrer Körper

Teil 1.1: Fachwerk und Gleichgewicht am Balken



Das in den Punkten A und B gelagerte Fachwerk ist im Punkt G gelenkig mit dem im Punkt C gehaltenen Balken verbunden. Der Balken ist durch die Kraft F belastet.

a) Bestimmen Sie die Lagerkräfte des Balkens im Punkt C sowie die Gelenkkräfte im Punkt G. **(3P)**

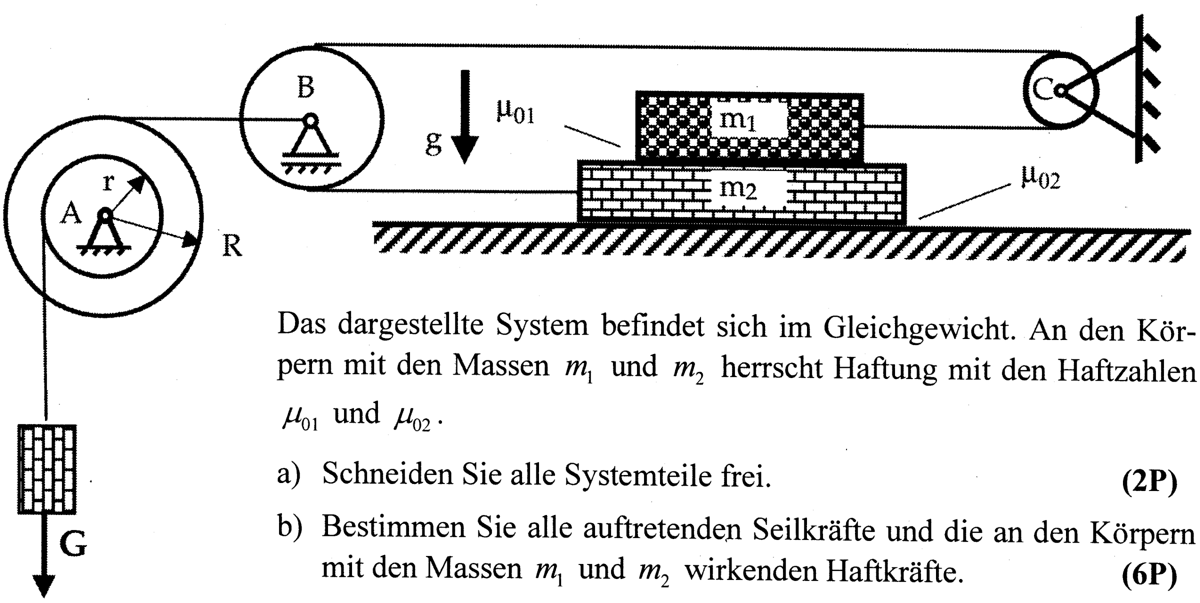
b) Berechnen Sie die Auflagerreaktionen des Fachwerks in den Punkten A und B und alle Stabkräfte. Geben Sie auch die jeweilige Beanspruchungsart (Zug/Druck) an.

Hinweis: Nachdem Sie die ersten beiden Stabkräfte ermittelt haben, dürfen Sie die restlichen Stabkräfte ohne weitere Rechnung und Begründung angeben. **(6P)**

c) Ist das Gesamtsystem statisch bestimmt gelagert? Begründen Sie stichpunktartig! **(1P)**

Gegeben: $\alpha = 30°, F = 600\,\text{N}$

Teil 1.2: Haftung



Das dargestellte System befindet sich im Gleichgewicht. An den Körpern mit den Massen m_1 und m_2 herrscht Haftung mit den Haftzahlen μ_{01} und μ_{02}.

a) Schneiden Sie alle Systemteile frei. **(2P)**

b) Bestimmen Sie alle auftretenden Seilkräfte und die an den Körpern mit den Massen m_1 und m_2 wirkenden Haftkräfte. **(6P)**

c) Wie groß darf G maximal werden, damit das System in Ruhe bleibt? **(2P)**

Gegeben: $R = 2r = 0{,}2\,\text{m}$; $m_1 = 2m_2 = 100\,\text{kg}$; $g = 10\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$; $\mu_{01} = \mu_{02} = 0{,}25$; $G = 0{,}4\,\text{kN}$

Aufgabe M2: Punktkinematik

Teil 2.1: Ortsvektor, Geschwindigkeit und Beschleunigung

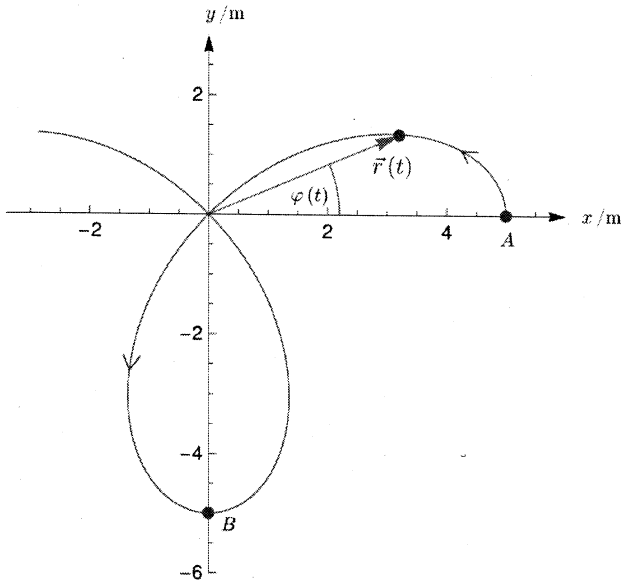
Ein Massenpunkt bewegt sich auf der nebenstehend skizzierten Bahnkurve. Zum Zeitpunkt $t_0 = 0\,\text{s}$ befindet er sich im Punkt A. Die (vorzeichenbehaftete) Abstandskoordinate $r(\varphi)$ vom Ursprung ändert sich nach dem Gesetz

$$r(\varphi) = r_0 \cos(2\varphi)$$

und der Winkel $\varphi(t)$ nach dem Zeitgesetz

$$\varphi(t) = \omega_0 t \ .$$

r_0 und ω_0 sind darin mit Maßeinheiten behaftete, gegebene Konstanten.



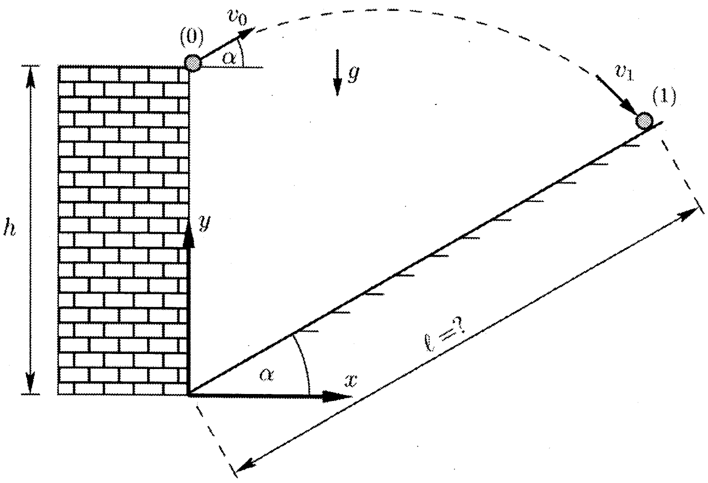
a) Stellen Sie den Ortsvektor $\vec{r}(t)$ auf und berechnen Sie die Geschwindigkeit $\vec{v}(t)$ und die Beschleunigung $\vec{a}(t)$ **(ohne Zahlenwerte)**. **(5P)**

b) Nach welcher Zeit T erreicht der Massenpunkt den Punkt B auf der y-Achse und wie groß ist seine Geschwindigkeit in diesem Augenblick? Hier sind **Zahlenwerte gefordert**! Zeichnen Sie die Geschwindigkeit im Punkt B qualitativ korrekt in obige Skizze ein. **(5P)**

Gegeben: $r_0 = 5\,\text{m}$; $\omega_0 = 1\,\text{s}^{-1}$

Teil 2.2: Bewegungsgleichungen

Eine kleine Kugel wird von einem Turm der Höhe h unter einem Winkel von $\alpha = 30°$ zur Horizontalen mit einer noch unbekannten Anfangsgeschwindigkeit v_0 im Punkt (0) abgeworfen. Die Kugel kommt im Punkt (1) auf einer um den Winkel $\alpha = 30°$ geneigten Ebene auf.



a) Stellen Sie die Bewegungsgleichungen für den schiefen Wurf im gegebenen Koordinatensystem auf. **(2P)**

b) Zeigen Sie, dass für die Flugzeit von (0) nach (1) $t_{01} = \sqrt{\dfrac{2h}{g}}$ gilt. **(4P)**

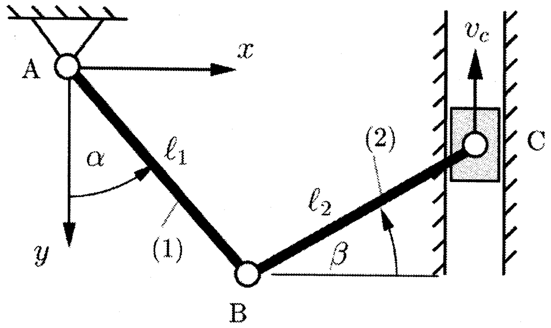
c) Wie groß muss die Anfangsgeschwindigkeit v_0 sein, damit der Massenpunkt im Punkt (1) *senkrecht zur geneigten Ebene* auftrifft? Geben Sie für diesen Fall auch die Strecke ℓ an. Die in Aufgabenteil b) gegebene Flugzeit t_{01} darf dazu verwendet werden. **(4P)**

Gegeben: $\alpha = 30°$; $h = 20\,\text{m}$; $g = 9{,}81\,\dfrac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Aufgabe M3: Starrkörperkinematik und –kinetik

Teil 3.1: Starrkörperkinematik

Der skizzierte Kolben bewegt sich mit dem konstanten Geschwindigkeitsbetrag v_c in vertikale Richtung. Im Punkt C ist der Kolben gelenkig an die Stange (2) der Länge ℓ_2 angeschlossen. Diese ist im Gelenkpunkt B mit der Stange (1) der Länge ℓ_1 verbunden.



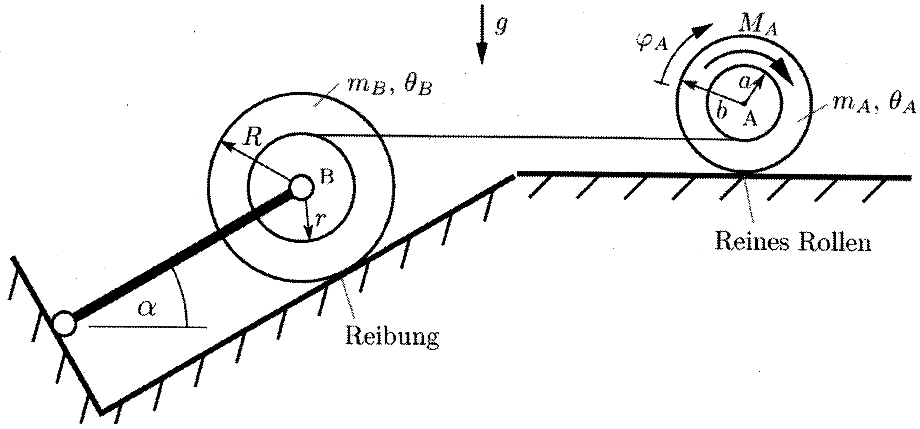
a) Ermitteln Sie die Geschwindigkeit des Punktes B als Funktion von β und $\dot{\beta}$ mit Hilfe des *Gesetzes der Starrkörperbewegung.* **(3P)**

b) Berechnen Sie die Winkelgeschwindigkeit der Stange (1) für folgende Vorgaben:

$$\alpha = 45°, \quad \beta = 30°, \quad \ell_1 = 0{,}6\,\mathrm{m}, \quad \ell_2 = 0{,}5\,\mathrm{m}, \quad v_c = 5\,\tfrac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\ .$$ **(6P)**

c) Zeichnen Sie den Momentanpol **(M)** der Stange (2) in obiges Bild ein. **(1P)**

Teil 3.2: Starrkörperkinetik



Angetrieben durch ein Antriebsmoment M_A führt ein gestuftes Rad (Innenradius a, Außenradius b, Masse m_A, Massenträgheitsmoment θ_A) eine *reine Rollbewegung* auf einer horizontalen Ebene aus. Über ein am Innenrand aufgewickeltes Seil ist es mit einem weiteren gestuften Rad (Innenradius r, Außenradius R, Masse m_B, Massenträgheitsmoment θ_B) verbunden. Dieses Rad wird durch eine *Pendelstütze* festgehalten, so dass es an einer um den Winkel α geneigten Ebene *reibt.*

a) Führen Sie geeignete Koordinaten zur Bewegungsbeschreibung ein und stellen Sie alle notwendigen kinematischen Beziehungen auf. **(2P)**

b) Ermitteln Sie die Winkelbeschleunigung des Antriebsrades $\ddot{\varphi}_A$. Setzen Sie die gegebenen Zahlenwerte bitte erst in Ihr Endergebnis ein. **(8P)**

Gegeben: $\alpha = 30°$; $\mu = 0{,}2$; $a = 0{,}2\,\mathrm{m}$; $b = 0{,}4\,\mathrm{m}$; $r = 0{,}25\,\mathrm{m}$; $R = 0{,}5\,\mathrm{m}$; $m_A = 20\,\mathrm{kg}$; $m_B = 10\,\mathrm{kg}$; $g = 9{,}81\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$; $\theta_A = 2\,\mathrm{kg\,m}^2$; $\theta_B = 1\,\mathrm{kg\,m}^2$; $M_A = 100\,\mathrm{Nm}$

Aufgabe E1: Elektrostatik

Teil 1.1: Kapazitives Netzwerk

Gegeben ist das kapazitive Netzwerk aus Abbildung 1 bestehend aus 6 Kondensatoren, die alle die gleiche Kapazität C besitzen. Zwischen den Klemmen a und b liegt die Gleichspannung U_0 an.

a) Fassen Sie die Schaltung von Kondensatoren zu einem Ersatzkondensator zusammen und berechnen Sie dessen Kapazität C_{ges}. **(5P)**

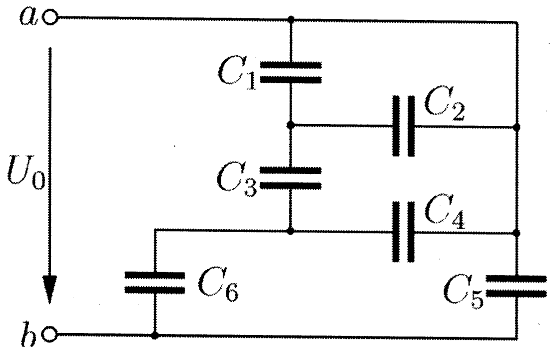


Abbildung 1: Kapazitives Netzwerk

b) Berechnen Sie die Teilspannungen $U_1, \ldots, U_6$, die an den einzelnen Kondensatoren anliegen, und die von den einzelnen Kondensatoren gespeicherten Ladungsmengen $Q_1, \ldots, Q_6$. Legen Sie dazu bitte eine Tabelle an, in der die Teilspannungen und Teilladungen übersichtlich dargestellt sind. **(4P)**

c) Welche Gesamtenergie speichert das kapazitive Netzwerk? **(1P)**

Gegeben: $C = 1\,\text{pF}$; $U_0 = 12\,\text{V}$

Teil 1.2: Plattenkondensator

a) Ein luftgefüllter Plattenkondensator besteht aus zwei rechteckigen Platten mit den Kantenlängen a und b, die voneinander den Plattenabstand s haben (Abbildung 2). Gegeben sind

$$a = 125\,\text{mm}, \quad b = 80\,\text{mm}, \quad s = 8{,}854\,\text{mm}$$

und die elektrische Feldkonstante

$$\varepsilon_0 = 8{,}854 \cdot 10^{-12}\,\tfrac{\text{As}}{\text{Vm}}.$$

Berechnen Sie die Kapazität C_{leer} des Kondensators. **(1,5P)**

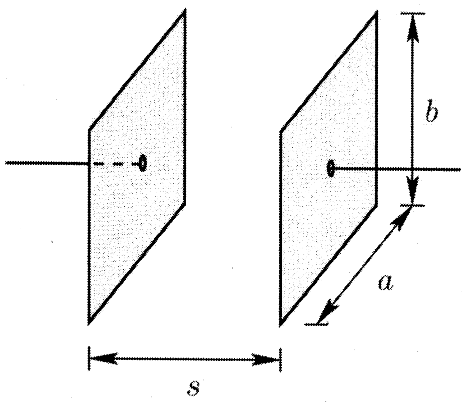


Abbildung 2: Luftgefüllter Plattenkondensator

b) Ein Teil des Kondensators wird nun mit einem Dielektrikum der Permittivitätszahl $\varepsilon_r = 3$ ausgefüllt (Abbildung 3). Das Dielektrikum ist quaderförmig mit den Kantenlängen

$$x = 0{,}75 \cdot s \quad \text{und} \quad y = 40\,\text{mm}.$$

Berechnen Sie die Gesamtkapazität der dargestellten Anordnung. **(5,5P)**

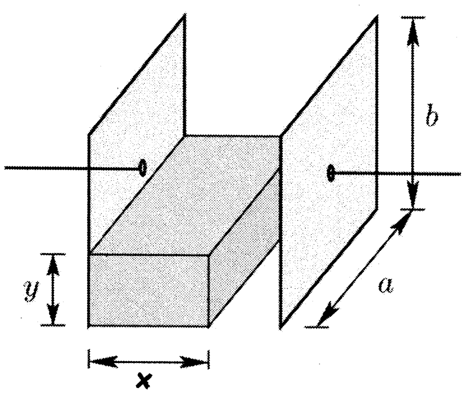


Abbildung 3: Plattenkondensator mit Dielektrikum in einem Teilbereich

c) Welchen Wert müsste die Permittivitätszahl ε_r des Dielektrikums haben, damit die Gesamtkapazität der Anordnung von Abbildung 3 doppelt so groß wird wie die Kapazität C_{leer} des Kondensators von Aufgabenteil a)? **(3P)**

Aufgabe E2: Gleichstromnetzwerke

Teil 2.1: Netzwerk

Gegeben ist das in Abbildung 4 dargestellte Netzwerk. Es enthält zwei reale Spannungsquellen mit den Leerlaufspannungen U_{01} bzw. U_{02} und den Innenwiderständen R_{i1} bzw. R_{i2}, ein Ampèremeter mit dem Innenwiderstand R_{iA}, den Widerstand R_4 mit verschiebbarem Abgriff sowie die Widerstände R_1, R_2 und R_3.

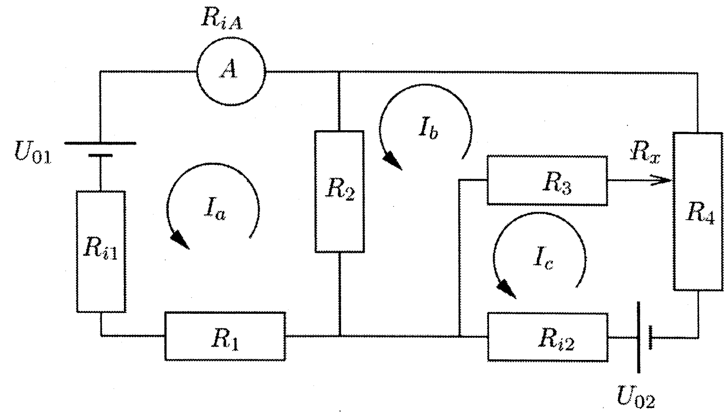
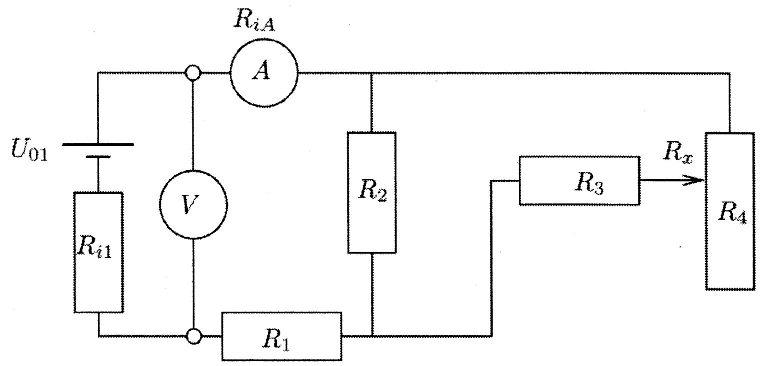


Abbildung 4: Netzwerk mit zwei realen Spannungsquellen

Bestimmen Sie mit dem *Maschenstromverfahren* ein lineares Gleichungssystem für die Maschenströme I_a, I_b und I_c, verwenden Sie dabei die angegebenen Zählrichtungen. Geben Sie das Gleichungssystem in Form einer Koeffizientenmatrix an. **(4,5P)**

Teil 2.2: Praktikum

Gegeben ist die Schaltung entsprechend Abbildung 5.



$R_1 = 3,5\,\Omega$
$R_2 = 24,0\,\Omega$
$R_3 = 1,0\,\Omega$
$R_4 = 120,0\,\Omega$
$0 \le R_x \le R_4$
$R_{iA} = 0,5\,\Omega$
$R_{iV} = 10,0\,\mathrm{M}\Omega$

Abbildung 5: Netzwerk mit einer realen Spannungsquelle

Mit den Messgeräten werden für unterschiedliche Werte von R_x folgende Wertepaare gemessen:

I / A	0,67	0,76	0,84	0,94	1	1,1	1,18	1,28	1,35	1,43
U_K / V	16	14,8	13,8	12,7	12	10,8	9,7	8,6	8	6,9

Ungenauigkeiten der Messwerte: $\Delta I = 0,03$ A $\quad \Delta U_K = 0,3$ V .

weiter auf der nächsten Seite

a) Stellen Sie U_K als Funktion von I graphisch auf dem *beigefügten Millimeterpapier* dar. Bestimmen Sie aus der Ausgleichsgeraden und den Grenzgeraden die Werte für die Leerlaufspannung $U_0 \pm \Delta U_0$, den Kurzschlussstrom $I_K \pm \Delta I_K$ sowie den Innenwiderstand $R_i \pm \Delta R_i$. **(9P)**

Hinweis: Die Aufgabenteile b) und c) können unabhängig von Teil a) bearbeitet werden.

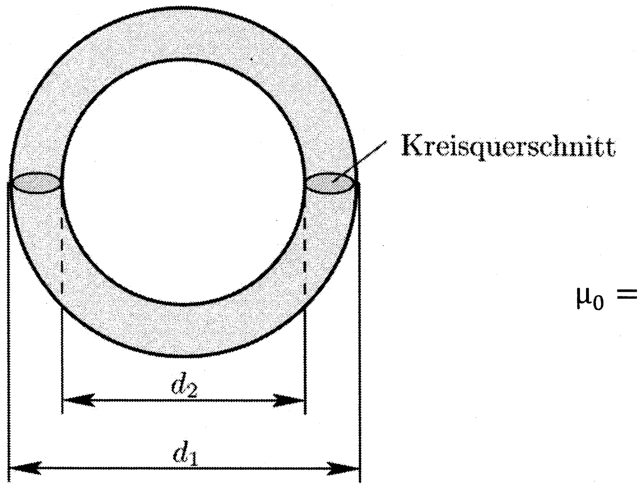
b) Berechnen Sie den Wert des Widerstandes R_x in der Schaltung von Abbildung 5 für das in der Messwerttabelle angegebene Wertepaar I = 1,00 A und U_K = 12,0 V. **(4,5P)**

c) Bestimmen Sie den Maximalwert der Leistung P, die die Spannungsquelle 1 abgeben kann. Verwenden Sie dazu die Werte der Tabelle oder Ihre Ergebnisse aus Aufgabenteil a). **(2P)**

Aufgabe E3: Magnetisches Feld

Die Abbildung 6 zeigt einen Isolierstoffkern (Ringkern), der eine Spule erhalten soll, damit eine Induktivität von L = 0,55 mH entsteht.

Der Isolierstoffkern hat die Abmessungen: $d_1 = 4\,\text{cm}$, $d_2 = 3{,}2\,\text{cm}$.



$$\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}$$

Abbildung 6: Isolierstoffkern

a) Wie viele Windungen müssen auf den Isolierstoffkern aufgebracht werden, damit die Induktivität L = 0,55 mH entsteht? **(6P)**

weiter auf der nächsten Seite

b) In einer anderen Anwendung wird eine Spule mit N=100 Windungen in einem Magnetkreis verwendet. Abbildung 7 zeigt diesen Magnetkreis, der überall den gleichen Querschnitt hat und für den folgende Werte gelten:

$\delta = 0{,}4\ \pi$ mm; $\ell_E = 20$ cm; N = 100 und die magnetische Flussdichte im Luftspalt $B_L = 0{,}5$ T.

ℓ_E bezeichnet darin die mittlere Länge der Magnetfeldlinien im Eisenkern

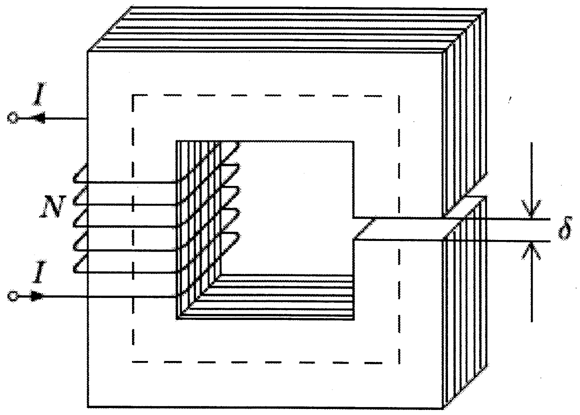


Abbildung 7: Magnetischer Kreis

Die Kennlinie des Eisens wird durch die folgenden Werte angegeben:

H in A/m	0	50	100	150	200	250	300
B in T	0	0,25	0,5	0,65	0,76	0,85	0,93

b1) Berechnen Sie den Strom I, der die Flussdichte $B_L = 0{,}5$ T hervorruft! **(5P)**

b2) Berechnen Sie die relative Anfangspermeabilität μ_{ra} des vorgegebenen Materials! **(2P)**

c) Zeichnen Sie den zeitlichen Verlauf der induzierten Spannung in der Spule mit der Windungszahl N = 100, wenn die Flussänderungen entsprechend der Abbildung 8 auftreten! **(7P)**

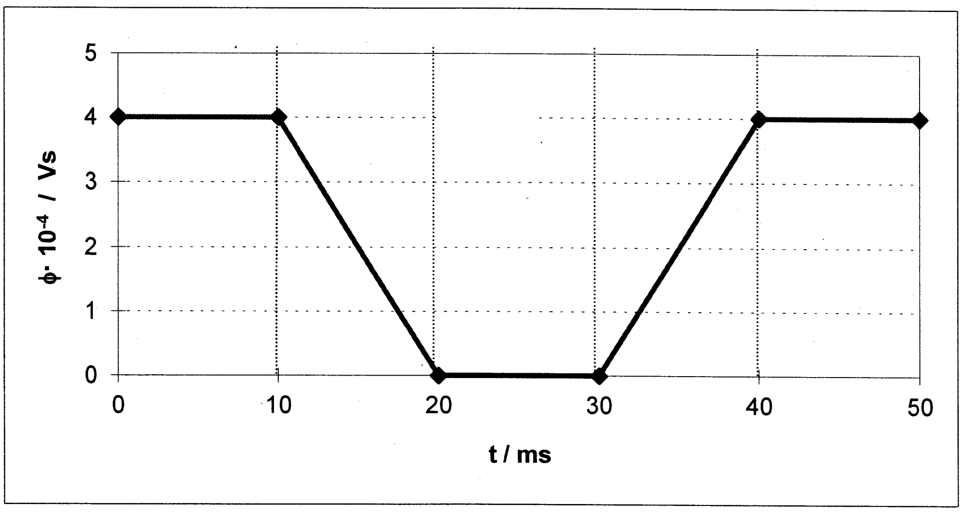


Abbildung 8: Graphischer Verlauf des magnetischen Flusses in Abhängigkeit von der Zeit