

Deckblatt zu einer Klausur am Institut für Elektrotechnik und Informationstechnik

Modulprüfung																																	
Modulname	Grundgebiete der Elektrotechnik I																																
Datum	05.03.2018																																
Prüfpersonen																																	
1. Prüfperson	Prof. Dr. Martina Gerken																																
ggf. 2. Prüfperson																																	
Kandidat/in																																	
Matrikelnummer																																	
Name, Vorname																																	
Vorleistung vor WS 17/18 berücksichtigen? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein																																	
Erklärung der/des Kandidatin/Kandidaten vor Beginn der Prüfung																																	
<p>Hiermit bestätige ich, dass ich zur Prüfung angemeldet und zugelassen bin und dass ich prüfungsfähig bin.</p> <p>Ich nehme zur Kenntnis, dass der Termin für die Klausureinsicht vom Prüfungsamt ET&IT bekannt gegeben wird, sobald mein vorläufiges Prüfungsergebnis im QIS-Portal veröffentlicht wurde. Nach dem Einsichtnahmetermin kann ich meine endgültige Note im QIS-Portal abfragen. Bis zum Ende der Widerspruchsfrist des zweiten Prüfungszeitraums der CAU kann ich beim Prüfungsausschuss Widerspruch gegen dieses Prüfungsverfahren einlegen. Danach wird meine Note rechtskräftig.</p> <p style="text-align: right; margin-top: 20px;">Unterschrift: _____</p>																																	
Korrektur																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 12.5%;">Aufgabe</th> <th style="width: 8.3%;">1</th> <th style="width: 8.3%;">2</th> <th style="width: 8.3%;">3</th> <th style="width: 8.3%;">4</th> <th style="width: 8.3%;">5</th> <th style="width: 8.3%;">6</th> <th style="width: 8.3%;">Σ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Punkte</td> <td>10</td> <td>18</td> <td>16</td> <td>18</td> <td>22</td> <td>16</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>erreicht</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">Übungen (Gewicht 25%)</th> <th style="width: 33%;">Klausur (Gewicht 75%)</th> <th style="width: 15%;">Gesamt %</th> <th style="width: 15%;">Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>		Aufgabe	1	2	3	4	5	6	Σ	Punkte	10	18	16	18	22	16	100	erreicht								Übungen (Gewicht 25%)	Klausur (Gewicht 75%)	Gesamt %	Modulnote				
Aufgabe	1	2	3	4	5	6	Σ																										
Punkte	10	18	16	18	22	16	100																										
erreicht																																	
Übungen (Gewicht 25%)	Klausur (Gewicht 75%)	Gesamt %	Modulnote																														
Einsicht / Rückgabe																																	
<p>Hiermit bestätige ich, dass ich die Korrektur der Klausur eingesehen habe und mit der auf diesem Deckblatt vermerkten Note einverstanden bin. Die Klausurunterlagen verbleiben bei mir. Ein späterer Einspruch gegen die Korrektur und Benotung ist nicht mehr möglich.</p> <p>Kiel, den _____ Unterschrift: _____</p>																																	

Name:	Vorname:
-------	----------

Aufgabe 1: Konzepte (10 Punkte)

Erläutern Sie die folgenden Begriffe der Elektrotechnik in ganzen Sätzen. In der Erläuterung dürfen keine Formeln oder Formelzeichen auftauchen!

(a) Inhomogenes Feld

(b) Flächenladung

(c) Überlagerungssatz

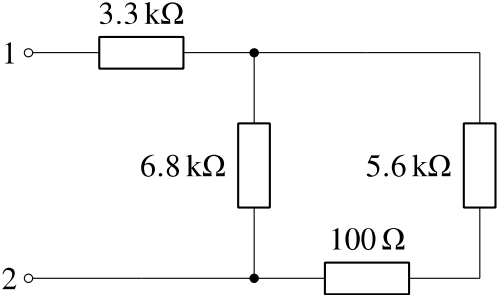
(d) Transistor

(e) Vollständiger Baum

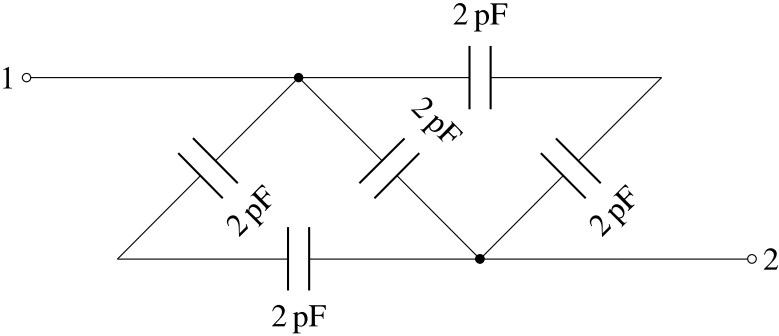
Name:	Vorname:
-------	----------

Aufgabe 2: Ersatzzweipole (18 Punkte)

(a) Berechnen Sie den Ersatzwiderstand für die folgende Schaltung.

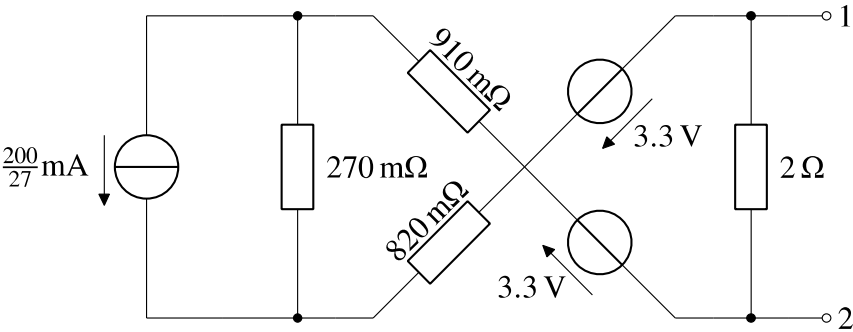


(b) Berechnen Sie die Ersatzkapazität für die folgende Schaltung.



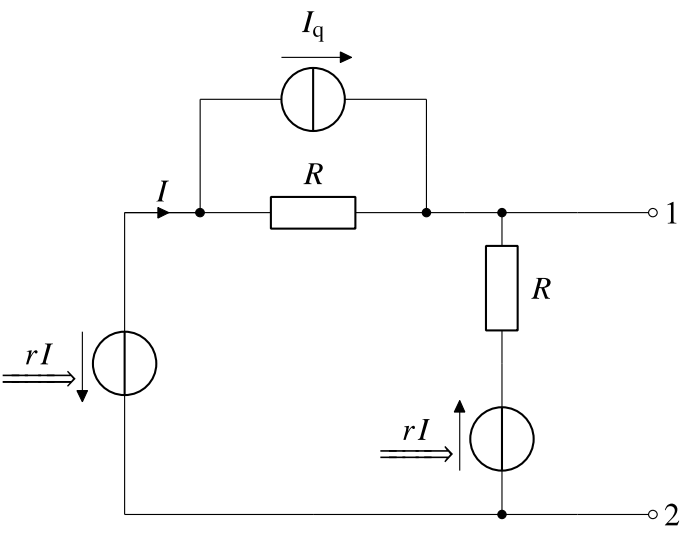
Name:	Vorname:
-------	----------

(c) Berechnen und zeichnen Sie die Ersatzspannungsquelle für die folgende Schaltung.



Name:	Vorname:
-------	----------

(d) Berechnen und zeichnen Sie die Ersatzstromquelle für die folgende Schaltung. Es gelte für den Steuerkoeffizienten: $r = R/2$. Im Ergebnis sollen als Variablen nur I_q und R auftreten.



Name:	Vorname:
-------	----------

Aufgabe 3: Zweitorschaltung (16 Punkte)

Ein Zweitor habe die folgenden Elemente der Y -Matrix: $Y_{11} = 4 \text{ S}$, $Y_{12} = 3 \text{ S}$, $Y_{21} = 4 \text{ S}$, $Y_{22} = 5 \text{ S}$. Es ist am Tor 1 mit der linearen Spannungsquelle $U_{q1} = 3 \text{ V}$; $R_{i1} = 1/10 \text{ } \Omega$ verbunden.

- (a) An Tor 2 werden nacheinander Verbraucher mit Ersatzwiderstand $R_{V1} = 1/20 \text{ } \Omega$ und $R_{V2} = 1/10 \text{ } \Omega$ verbunden. Berechnen Sie für beide Fälle die Ströme und Spannungen an den Toren.

Name:

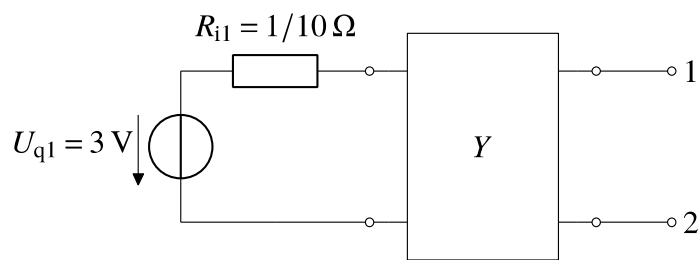
Vorname:

	Z		Y		A		H		K	
Z	Z_{11}	Z_{12}	$\frac{Y_{22}}{\det Y}$	$-\frac{Y_{12}}{\det Y}$	$\frac{A_{11}}{A_{21}}$	$\frac{\det A}{A_{21}}$	$\frac{\det H}{H_{22}}$	$\frac{H_{12}}{H_{22}}$	$\frac{1}{K_{11}}$	$-\frac{K_{12}}{K_{11}}$
	Z_{21}	Z_{22}	$-\frac{Y_{21}}{\det Y}$	$\frac{Y_{11}}{\det Y}$	$\frac{1}{A_{21}}$	$\frac{A_{22}}{A_{21}}$	$-\frac{H_{21}}{H_{22}}$	$\frac{1}{H_{22}}$	$\frac{K_{21}}{K_{11}}$	$\frac{\det K}{K_{11}}$
Y	$\frac{Z_{22}}{\det Z}$	$-\frac{Z_{12}}{\det Z}$	Y_{11}	Y_{12}	$\frac{A_{22}}{A_{12}}$	$-\frac{\det A}{A_{12}}$	$\frac{1}{H_{11}}$	$-\frac{H_{12}}{H_{11}}$	$\frac{\det K}{K_{22}}$	$\frac{K_{12}}{K_{22}}$
	$-\frac{Z_{21}}{\det Z}$	$\frac{Z_{11}}{\det Z}$	Y_{21}	Y_{22}	$-\frac{1}{A_{12}}$	$\frac{A_{11}}{A_{12}}$	$\frac{H_{21}}{H_{11}}$	$\frac{\det H}{H_{11}}$	$-\frac{K_{21}}{K_{22}}$	$\frac{1}{K_{22}}$
A	$\frac{Z_{11}}{Z_{21}}$	$\frac{\det Z}{Z_{21}}$	$-\frac{Y_{22}}{Y_{21}}$	$-\frac{1}{Y_{21}}$	A_{11}	A_{12}	$-\frac{\det H}{H_{21}}$	$-\frac{H_{11}}{H_{21}}$	$\frac{1}{K_{21}}$	$\frac{K_{22}}{K_{21}}$
	$\frac{1}{Z_{21}}$	$\frac{Z_{22}}{Z_{21}}$	$-\frac{\det Y}{Y_{21}}$	$-\frac{Y_{11}}{Y_{21}}$	A_{21}	A_{22}	$-\frac{H_{22}}{H_{21}}$	$-\frac{1}{H_{21}}$	$\frac{K_{11}}{K_{21}}$	$\frac{\det K}{K_{21}}$
H	$\frac{\det Z}{Z_{22}}$	$\frac{Z_{12}}{Z_{22}}$	$\frac{1}{Y_{11}}$	$-\frac{Y_{12}}{Y_{11}}$	$\frac{A_{12}}{A_{22}}$	$\frac{\det A}{A_{22}}$	H_{11}	H_{12}	$\frac{K_{22}}{\det K}$	$-\frac{K_{12}}{\det K}$
	$-\frac{Z_{21}}{Z_{22}}$	$\frac{1}{Z_{22}}$	$\frac{Y_{21}}{Y_{11}}$	$\frac{\det Y}{Y_{11}}$	$-\frac{1}{A_{22}}$	$\frac{A_{21}}{A_{22}}$	H_{21}	H_{22}	$-\frac{K_{21}}{\det K}$	$\frac{K_{11}}{\det K}$
K	$\frac{1}{Z_{11}}$	$-\frac{Z_{12}}{Z_{11}}$	$\frac{\det Y}{Y_{22}}$	$\frac{Y_{12}}{Y_{22}}$	$\frac{A_{21}}{A_{11}}$	$-\frac{\det A}{A_{11}}$	$\frac{H_{22}}{\det H}$	$-\frac{H_{12}}{\det H}$	K_{11}	K_{12}
	$\frac{Z_{21}}{Z_{11}}$	$\frac{\det Z}{Z_{11}}$	$-\frac{Y_{21}}{Y_{22}}$	$\frac{1}{Y_{22}}$	$\frac{1}{A_{11}}$	$\frac{A_{12}}{A_{11}}$	$-\frac{H_{21}}{\det H}$	$\frac{H_{11}}{\det H}$	K_{21}	K_{22}

Name:

Vorname:

(b) Die Zweitorschaltung werde nun ohne den Lastwiderstand betrachtet:



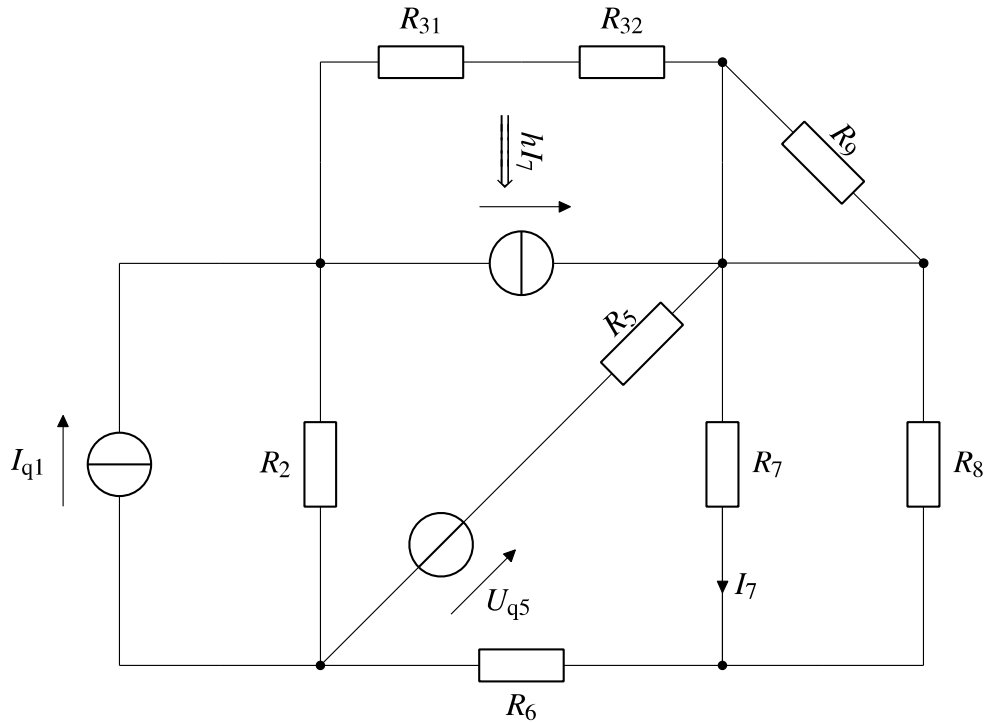
Bestimmen Sie die lineare Ersatzspannungsquelle (U_{qe} und R_{ie}) dieser Schaltung bezüglich der Klemmen 1 und 2.

Name:

Vorname:

Aufgabe 4: Netzwerkanalyse (18 Punkte)

Gegeben sei die folgende Schaltung, die in den folgenden Aufgabenteilen systematisch analysiert werden soll. Verwenden Sie in der ganzen Aufgabe eine sinnvolle und einheitliche Notation! Die von Ihnen aufgestellten Gleichungen müssen am Ende in sich konsistent und dazu geeignet sein, das Netzwerk eindeutig zu lösen.



- (a) Nummerieren und beschriften Sie Knoten und Zweige. Kennzeichnen und beschriften Sie die Zweigströme und Zweigspannungen in der Schaltung. Stellen Sie die linear unabhängigen Zweiggleichungen auf.

Name:	Vorname:
-------	----------

(b) Stellen Sie ein System linear unabhängiger Knotengleichungen auf.

(c) Zeichnen Sie den Graphen der Schaltung inklusive Ihrer Zweignummerierung und der Pfeile für den Bezugssinn. Markieren Sie einen vollständigen Baum in dem Graphen. Zeichnen Sie die sich daraus ergebenden linear unabhängigen Maschen in den Graphen ein und stellen Sie die dazugehörigen linear unabhängigen Maschengleichungen auf.

(d) Geben Sie jeweils die Anzahl für Ihr resultierendes Gleichungssystem an.

- Anzahl an unbekanntem Zweigströmen und Zweigspannungen:
- Anzahl an linear unabhängigen Zweigggleichungen aus (a):
- Anzahl an linear unabhängigen Knotengleichungen aus (b):
- Anzahl an linear unabhängigen Maschengleichungen aus (c):

Name:

Vorname:

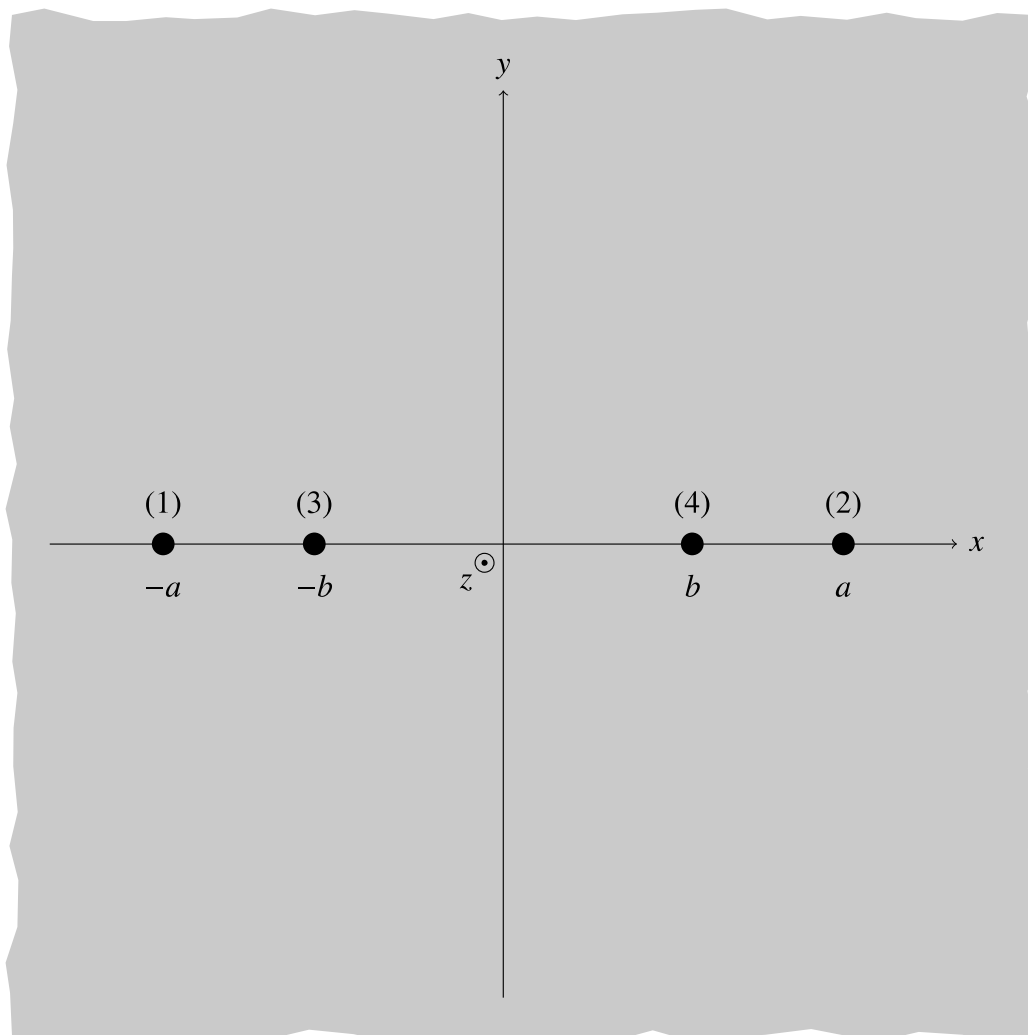
Aufgabe 5: Dünne leitfähige Platte (22 Punkte)

Betrachtet werde eine unendlich ausgedehnte Glasplatte, auf der sich eine dünne Schicht aus leitfähigem Indium-Zinn-Oxid (ITO) mit unbekannter Leitfähigkeit κ der Dicke δ befindet. Mit einer sogenannten Vierpunktmessung soll im Laufe dieser Aufgabe die spezifische Leitfähigkeit des ITO bestimmt werden.

Über zwei näherungsweise punktförmige Elektroden (1) und (2) an den Punkten $-a \vec{e}_x$ und $a \vec{e}_x$ werde ein Strom I_0 in die Platte gespeist. Der Strom fließe von der linken Elektrode durch die Platte zur rechten Elektrode. An den Punkten $-b \vec{e}_x$ und $b \vec{e}_x$ ($b < a$) befinden sich Messelektroden (3) und (4) zur Spannungsmessung, die das Strömungsfeld nicht beeinflussen.

Die Abbildung zeigt einen Ausschnitt der unendlich ausgedehnten Platte in Draufsicht. Die Glasplatte und die ITO-Schicht liegen parallel zur xy -Ebene. In z -Richtung ist die ITO-Schicht von $z = 0$ bis $z = \delta$ ausgedehnt.

Da die ITO-Schicht sehr dünn sei, kann die Stromdichte als parallel zur xy -Ebene orientiert und unabhängig von z angesehen werden.



(a) Zeichnen Sie qualitativ mindestens sieben Stromdichte-Feldlinien in die Skizze ein.

Name:	Vorname:
-------	----------

(b) Stellen Sie das Feld der elektrischen Stromdichte $\vec{J}(x, y, z)$ im ganzen Raum als Formel auf.

(c) Berechnen Sie die Spannung U_{34} zwischen den Elektroden (3) und (4).

Name:	Vorname:
-------	----------

(d) Betrachtet wird nun ein Messaufbau mit folgenden Geometriegrößen:

- $a = 3 \text{ cm}$
- $b = 1 \text{ cm}$
- $\delta = 120 \text{ nm}$

Bei einem eingprägten Strom $I_0 = 100 \text{ mA}$ wird eine Spannung von $U_{34} = 368 \text{ mV}$ gemessen. Berechnen Sie daraus die spezifische Leitfähigkeit κ des ITO als Zahlenwert.

Name:	Vorname:
-------	----------

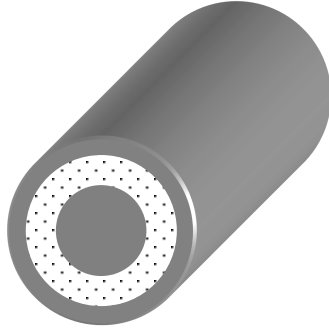
- (e) Betrachten Sie die Fläche A , die durch $x = 0$, $-\infty < y < \infty$, $0 \leq z \leq \delta$, Normalenvektor \vec{e}_x gegeben sei. Ermitteln Sie den Stromfluss $I = \iint_A \vec{J} \cdot d\vec{A}$ durch diese Fläche!

Hinweis: $\int \frac{1}{x^2+a^2} dx = \frac{1}{a} \arctan \frac{x}{a}$

Name:	Vorname:
-------	----------

Aufgabe 6: Magnetfeld konzentrischer Leiter (16 Punkte)

Gegeben seien zwei konzentrisch angeordnete Metallleiter mit einem Dielektrikum ($\epsilon_r = 10$) im Zwischenraum und Luft im Außenraum. Der innere Leiter habe einen Durchmesser von 1.2 mm. Der äußere Leiter habe einen Innendurchmesser von 2 mm und einen Außendurchmesser von 2.5 mm. Der innere Leiter werde von einem Gleichstrom von $I_1 = 0.2$ A durchflossen. Der äußere Leiter werde von einem Gleichstrom von $I_2 = 1$ A in dieselbe Richtung durchflossen.



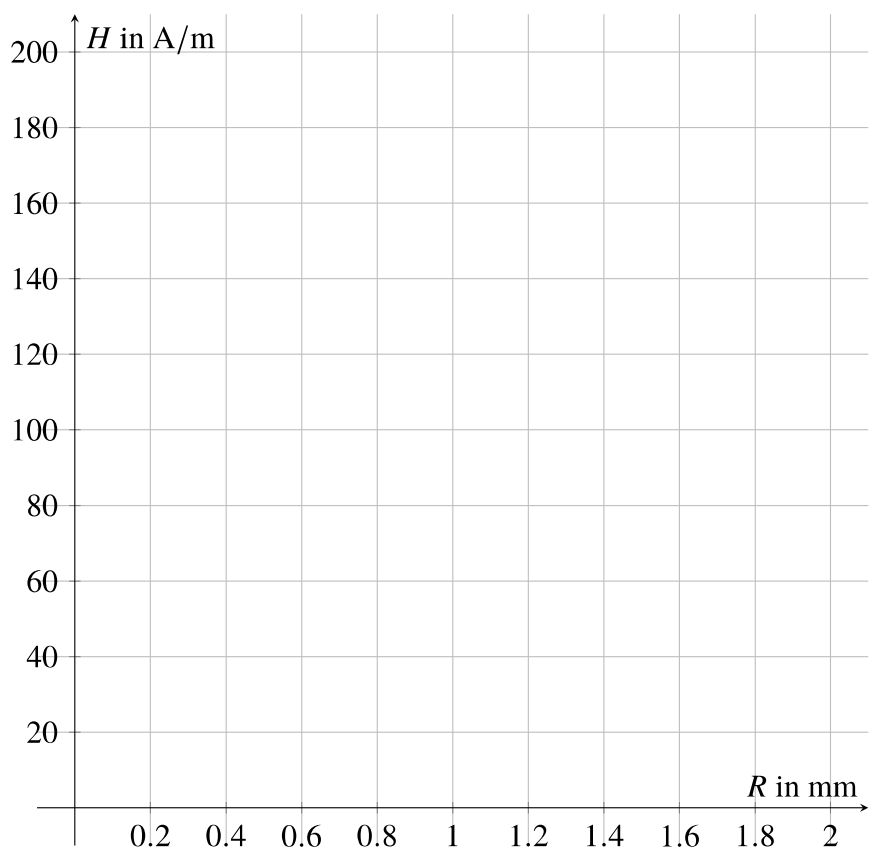
- (a) Führen Sie ein Koordinatensystem ein und bestimmen Sie den magnetischen Feldstärkevektor innerhalb und außerhalb der Leiteranordnung.

Name:	Vorname:
-------	----------

- (b) Berechnen Sie an allen Grenzflächen den Betrag des magnetischen Feldstärkevektors als Zahlenwert.

Name:	Vorname:
-------	----------

(c) Zeichnen Sie den Betrag des magnetischen Feldstärkevektors als Funktion des Abstands zur Mittelachse des Koaxialkabels.



Der Zusammenhang zwischen kartesischen, Kreiszyylinder- und Kugelkoordinaten

Kartesische Koordinaten	Zylinderkoordinaten	Kugelkoordinaten	
x	$R \cos \varphi$	$r \sin \vartheta \cos \varphi$	
y	$R \sin \varphi$	$r \sin \vartheta \sin \varphi$	
z	z	$r \cos \vartheta$	
$\sqrt{x^2 + y^2}$	R	$r \sin \vartheta$	
$\arctan \frac{y}{x}$	φ	φ	
z	z	$r \cos \vartheta$	
$\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$	$\sqrt{R^2 + z^2}$	r	
$\arctan \frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{z}$	$\arctan \frac{R}{z}$	ϑ	
$\arctan \frac{y}{x}$	φ	φ	

Linien-, Flächen- und Volumenelemente in den verschiedenen Koordinatensystemen

	Kartesische Koordinaten	Zylinderkoordinaten	Kugelkoordinaten
$d\vec{s}$	$\vec{e}_x dx + \vec{e}_y dy + \vec{e}_z dz$	$\vec{e}_R dR + \vec{e}_\varphi R d\varphi + \vec{e}_z dz$	$\vec{e}_r dr + \vec{e}_\vartheta r d\vartheta + \vec{e}_\varphi r \sin \vartheta d\varphi$
$d\vec{A}$	$\vec{e}_x dA_x + \vec{e}_y dA_y + \vec{e}_z dA_z$ $dA_x = dy dz$ $dA_y = dx dz$ $dA_z = dx dy$	$\vec{e}_R dA_R + \vec{e}_\varphi dA_\varphi + \vec{e}_z dA_z$ $dA_R = R d\varphi dz$ $dA_\varphi = dR dz$ $dA_z = R dR d\varphi$	$\vec{e}_r dA_r + \vec{e}_\vartheta dA_\vartheta + \vec{e}_\varphi dA_\varphi$ $dA_r = r^2 \sin \vartheta d\vartheta d\varphi$ $dA_\vartheta = r \sin \vartheta dr d\varphi$ $dA_\varphi = r dr d\vartheta$
dV	$dx dy dz$	$R dR d\varphi dz$	$r^2 \sin \vartheta dr d\vartheta d\varphi$
$\text{grad } \phi$	$\vec{e}_x \frac{\partial \phi}{\partial x} + \vec{e}_y \frac{\partial \phi}{\partial y} + \vec{e}_z \frac{\partial \phi}{\partial z}$	$\vec{e}_R \frac{\partial \phi}{\partial R} + \vec{e}_\varphi \frac{1}{R} \frac{\partial \phi}{\partial \varphi} + \vec{e}_z \frac{\partial \phi}{\partial z}$	$\vec{e}_r \frac{\partial \phi}{\partial r} + \vec{e}_\vartheta \frac{1}{r} \frac{\partial \phi}{\partial \vartheta} + \vec{e}_\varphi \frac{1}{r \sin \vartheta} \frac{\partial \phi}{\partial \varphi}$