

Deckblatt zu einer Klausur am Institut für Elektrotechnik und Informationstechnik

Modulprüfung							
Modulname	Grundgebiete der Elektrotechnik I						
Datum	12.09.2018						
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: center;">Unterschrift: _____</p>							
Korrektur							
Aufgabe	1	2	3	4	5	6	Σ
Punkte	10	16	22	18	16	18	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) Elektrostatisches Feld

(b) Orientierungspolarisation

(c) Lineare Quelle

(d) Kennlinienfeld

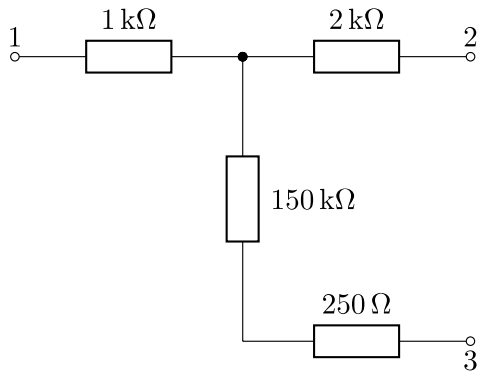
(e) Rückwirkungsfreiheit

Name:

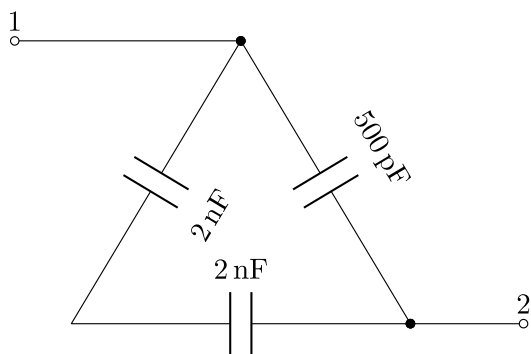
Vorname:

Aufgabe 2: Ersatzzweipole (16 Punkte)

(a) Berechnen Sie bezüglich der Klemmen 1 und 3 den Ersatzwiderstand für die folgende Schaltung.



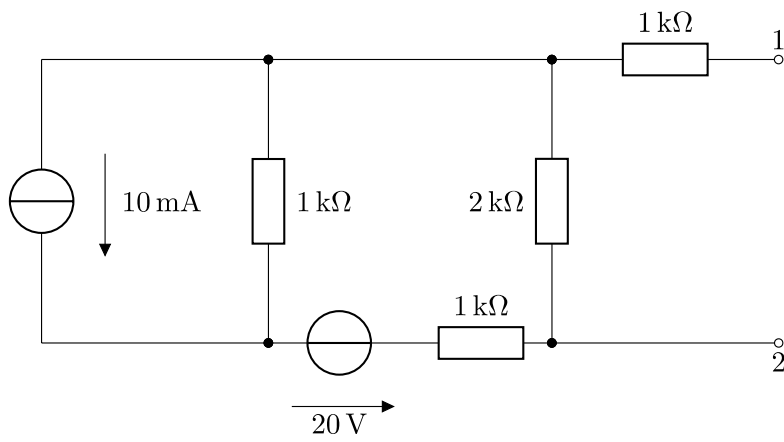
(b) Berechnen Sie die Ersatzkapazität für die folgende Schaltung.



Name:

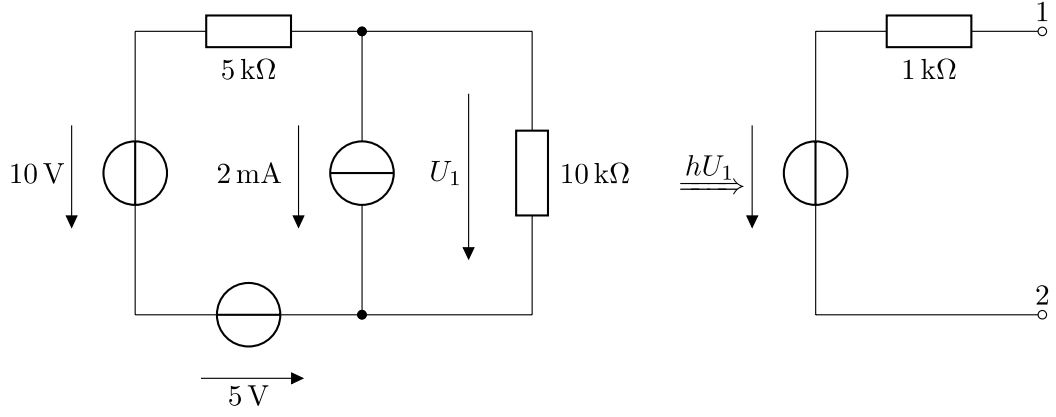
Vorname:

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



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

(d) Berechnen und zeichnen Sie die Ersatzspannungsquelle und die Ersatzstromquelle für die folgende Schaltung, der Verstärkungsfaktor betrage $h = 1,5$.



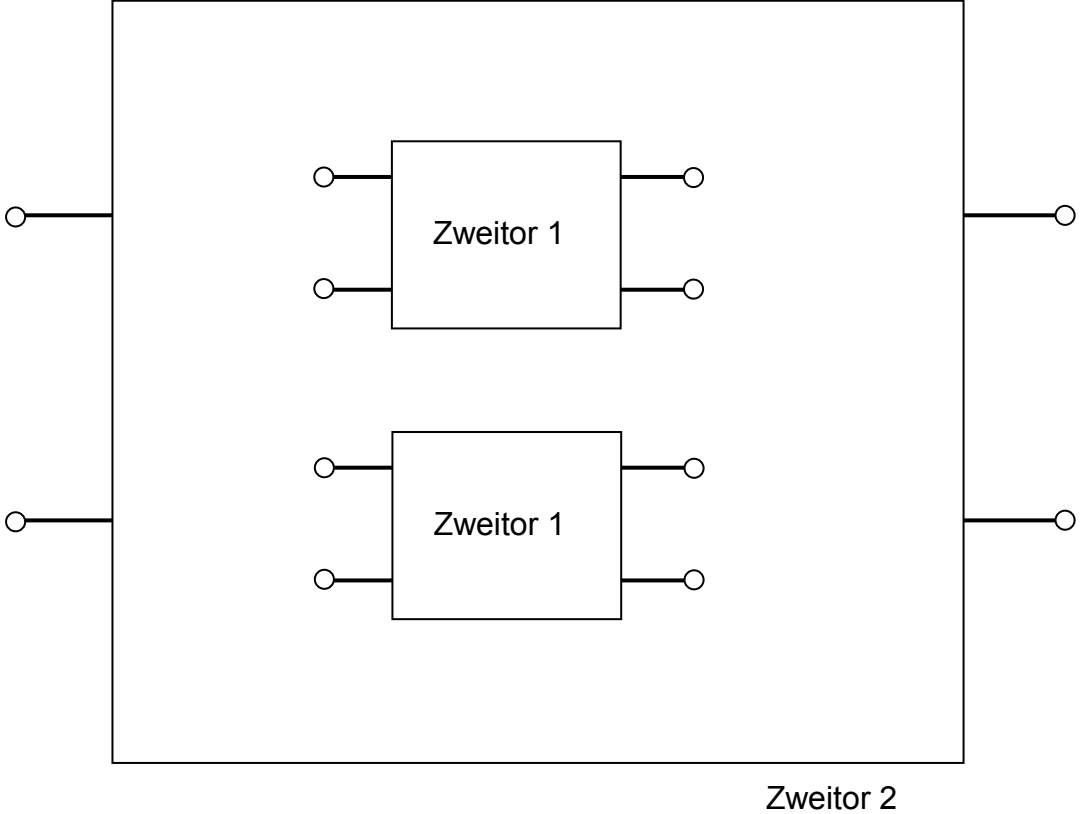
Name:	Vorname:
-------	----------

Aufgabe 3: Zweitorschaltung (22 Punkte)

(a) Ein Zweitor 1 habe die folgenden Elemente der Z-Matrix: $Z_{11} = 50 \Omega$, $Z_{12} = 20 \Omega$, $Z_{21} = 20 \Omega$, $Z_{22} = 10 \Omega$. Es ist am Tor 1 mit einer idealen Spannungsquelle $U_{q1} = 9 \text{ V}$ und am Tor 2 mit einer linearen Stromquelle $I_{q2} = 600 \text{ mA}$; $G_{q2} = 100 \text{ mS}$. Berechnen Sie die Ströme, Spannungen und Leistungen an den Toren.

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

(b) Das Zweitor 1 soll mit einem identischen Zweitor 1 in einer Parallel-Parallel-Schaltung zu dem Zweitor 2 verbunden werden. In der Zeichnung unten sind die Außenklemmen des Zweitores 2 gegeben. Zeichnen Sie alle für die Parallel-Parallel-Schaltung notwendigen Verbindungen in dem Zweitor 2 in der Skizze unten ein.



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

(c) Berechnen Sie die Elemente der Y-Matrix für das Zweitor 2.

Tabelle 4.1 Umwandlung der Zweitorparameter

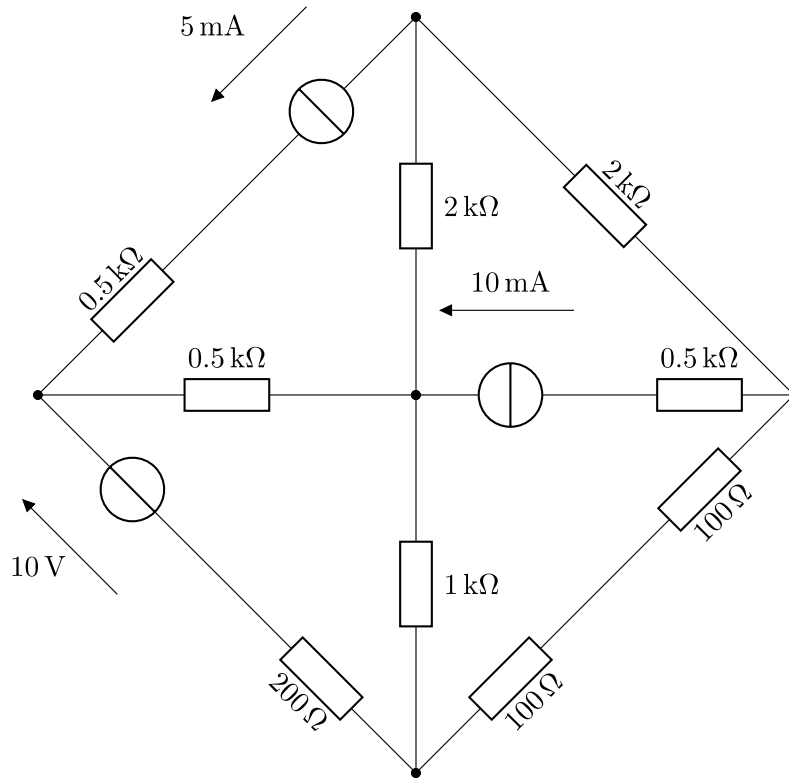
	[Z]	[Y]	[A]	[H]	[K]
[Z]	$Z_{11} \quad Z_{12}$ $Z_{21} \quad Z_{22}$	$\frac{Y_{22}}{\det Y} \quad \frac{-Y_{12}}{\det Y}$ $\frac{-Y_{21}}{\det Y} \quad \frac{Y_{11}}{\det Y}$	$\frac{A_{11}}{A_{21}} \quad \frac{\det A}{A_{21}}$ $1 \quad \frac{A_{22}}{A_{21}}$	$\frac{\det H}{H_{22}} \quad \frac{H_{12}}{H_{22}}$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

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 sein dazu geeignet, 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):

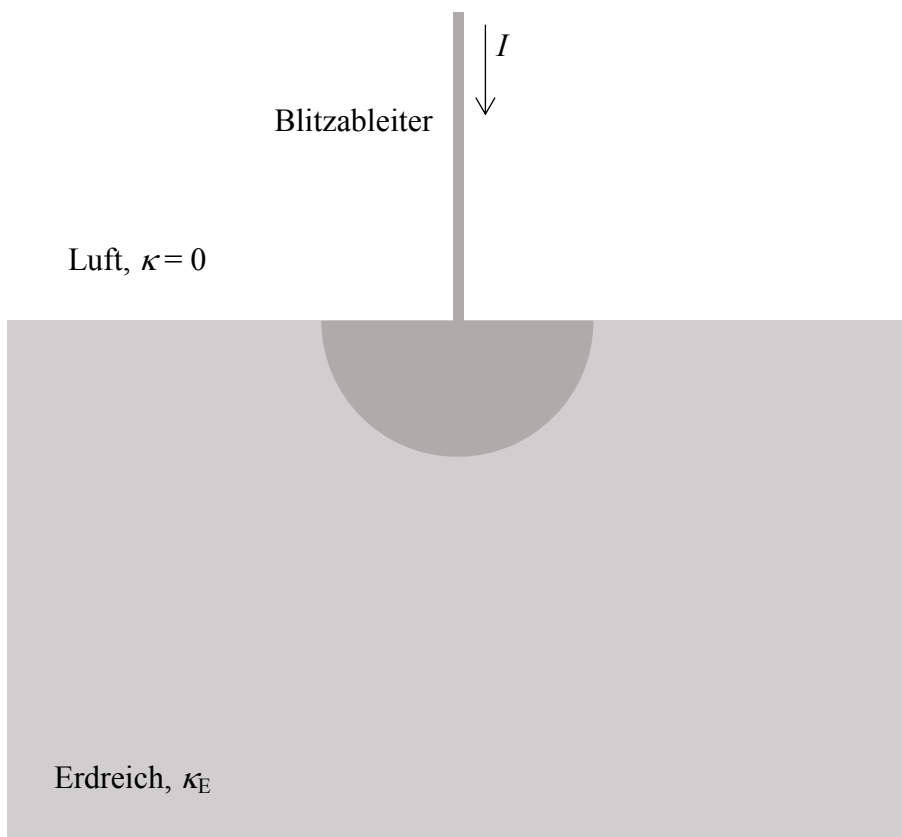
Name:

Vorname:

Aufgabe 5: Halbkugelerder (16 Punkte)

Betrachtet werde ein Blitzableiter mit einem in den Boden eingelassenen Halbkugelerder mit einem Radius von 60 cm. Ein Gleichstrom $I = 1 \text{ kA}$ soll über den Blitzableiter in das Erdreich abgeleitet werden. Das Erdreich habe näherungsweise eine spezifische Leitfähigkeit von $\kappa_E = 7 \cdot 10^{-2} \text{ S/m}$. Die Leitfähigkeit des Blitzableiters und der Halbkugel sei wesentlich größer als die Leitfähigkeit des Erdreichs. Die Leitfähigkeit der Luft sei vernachlässigbar.

(a) Zeichnen Sie in die Skizze das Feldlinienbild der Stromdichte (mindestens fünf Feldlinien) sowie mindestens 4 Äquipotentiallinien ein. Das Erdreich werde nach unten sowie unter der Erdoberfläche nach links und rechts als unendlich ausgedehnt angenommen.



(b) Berechnen Sie den Stromdichtevektor und den elektrischen Feldvektor als eine Funktion der Position im Erdreich.

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

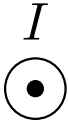
(c) Berechnen Sie das Potential des Erders. Das Referenzpotential von 0 V liege im Unendlichen.

(d) Berechnen Sie die Schrittspannung an der Erdoberfläche für ein Schaf, wenn sich die vorderen Hufe 10 m und die hinteren Hufe 11 m vom Mittelpunkt des Halbkugelerders entfernt befinden.

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

Aufgabe 6: Kräfte auf parallele gerade Leiter (18 Punkte)

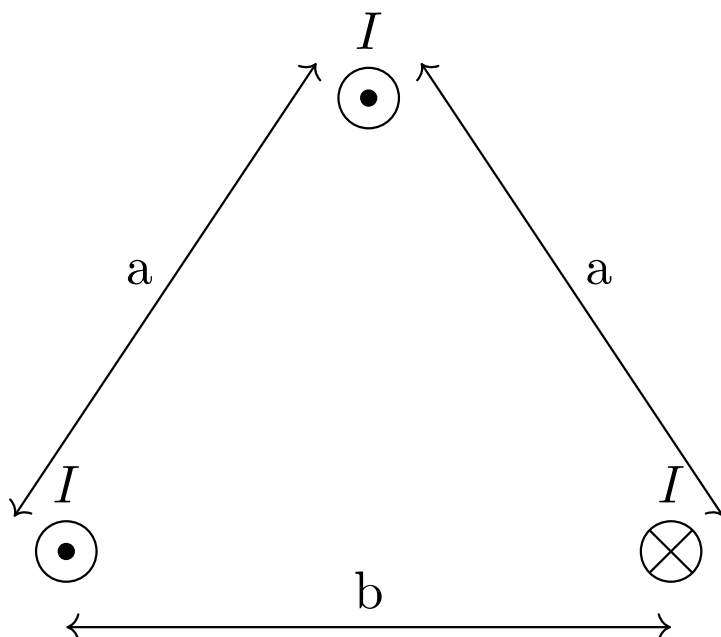
(a) Betrachtet werden drei lange, gerade parallel verlaufende Linienleiter in Luft, die alle denselben Strom führen. Skizzieren Sie die magnetischen Feldlinienbilder der einzelnen Leiter sowie das magnetische Gesamtfeldlinienbild in die gegebene Skizze (Draufsicht). Ein geringerer Abstand der Feldlinien soll einer höheren Feldstärke entsprechen. Zeichnen Sie pro Einzelfeldlinienbild mindestens drei Feldlinien und für das Gesamtfeldlinienbild mindestens sechs Feldlinien. Wählen Sie verschiedene Farben oder Linienarten für die Unterscheidung der überlagerten Feldlinienbilder.



Name:

Vorname:

(b) Konstruieren Sie graphisch die Richtung des Lorentzkraft-Vektors auf den oberen Leiter.



(c) Berechnen Sie den Vektor der Lorentzkraft auf ein 10 cm langes Leiterstück für einen Strom von $I = 100 \text{ mA}$, $a = 25 \text{ cm}$ und $b = 30 \text{ cm}$. Wählen Sie zur Darstellung des Lösungsvektors ein geeignetes Koordinatensystem und geben Sie dieses an.

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

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	$dx dy dz$	$R dR d\varphi dz$	$r^2 \sin \vartheta dr d\vartheta d\varphi$
$\text{grad } \phi$	$\vec{e}_x \frac{\partial \phi}{\partial x} + \vec{e}_y \frac{\partial \phi}{\partial y} + \vec{e}_z \frac{\partial \phi}{\partial z}$	$\vec{e}_R \frac{\partial \phi}{\partial R} + \vec{e}_\varphi \frac{1}{R} \frac{\partial \phi}{\partial \varphi} + \vec{e}_z \frac{\partial \phi}{\partial z}$	$\vec{e}_r \frac{\partial \phi}{\partial r} + \vec{e}_\vartheta \frac{1}{r} \frac{\partial \phi}{\partial \vartheta} + \vec{e}_\varphi \frac{1}{r \sin \vartheta} \frac{\partial \phi}{\partial \varphi}$