

Klausur im Modul Grundgebiete der Elektrotechnik I

am 09.03.2015, 9:00 – 10:30 Uhr

Name:	Vorname:	Matr.Nr.:
-------	----------	-----------

E-Mail-Adresse:

Studiengang:

Vorleistung **vor** WS 14/15 berücksichtigen? Ja Nein

Prüfungsdauer: 90 Minuten

- Zur Prüfung sind folgende Hilfsmittel zugelassen: Schreibgerät, Geodreieck/Lineal, nicht programmierbarer Taschenrechner sowie ein DIN A4-Blatt Formelsammlung (beidseitig selbst **handschriftlich** beschrieben, nicht kopiert). Die Verwendung von eigenem Papier ist nicht gestattet.
- Tragen Sie Name und Vorname auf dem Deckblatt und auch auf **jedem** Aufgabenblatt ein.
- Prüfen Sie die Anzahl der Aufgabenblätter (6 Aufgaben / 18 Seiten) auf Vollständigkeit.
- Die Aufgabenblätter sollen zusammengeheftet bleiben. Die Lösungswege und Lösungen zu den Aufgaben sind in die dafür vorgesehenen Zwischenräume einzutragen. Falls Sie mehr Platz benötigen, verwenden Sie die linken leeren Seiten.
- Bei Abgabe: Bleiben Sie bitte an Ihrem Platz. Die bearbeiteten Aufgabenblätter werden bei Ihnen abgeholt.
- Bitte nichts in die folgenden Tabellen eintragen! Diese werden von uns ausgefüllt.

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	Σ
Punkte	12	18	18	18	15	19	100
erreicht							

Übungen (Gewicht 25%)	Klausur (Gewicht 75%)	Gesamt %	Modulnote

Auszufüllen bei der Klausureinsicht:

Klausur eingesehen _____ Datum _____ Unterschrift

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

Aufgabe 1: Konzepte und Qucs (12 Punkte)

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

(a) Feldlinie

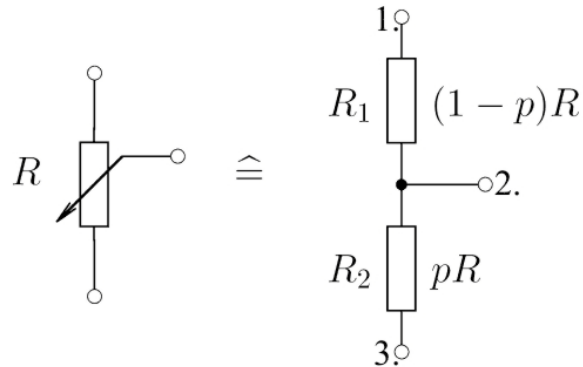
(b) Lineares Netzwerk

(c) Gesteuerte Quelle

Name:

Vorname:

- (d) Bauen Sie ein Potentiometer entsprechend folgendem Schaltplan aus den unten zur Verfügung gestellten Bauteilen auf.



Schaltplan eines Potentiometers. Die Widerstandsverteilung wird über den Parameter p und den Gesamtwiderstand R geregelt.

Das Potentiometer soll einen Gesamtwiderstand R von 200Ω haben. Beschalten Sie es mit einer idealen 10 V -Spannungsquelle zwischen den Klemmen 1 und 3. Lassen Sie den Parameter p für die Widerstandsverteilung von 0 bis 1 mit einem Parameterdurchlauf für 1000 Punkte variieren. Erstellen Sie den Schaltplan so, dass mittels Messgeräten und Formeln die Leistung im unteren Teil des Potentiometers (R_2) berechnet wird, passend zum gegebenen Diagramm.

ACHTUNG: Es müssen nicht alle gegebenen Bauteile verwendet werden!

The screenshot shows a DC simulation environment with a component palette and a graph. The component palette includes:

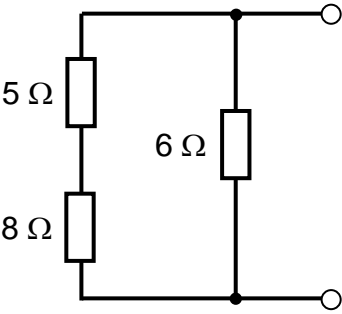
- DC1: A DC voltage source.
- R1: Resistor with $R=R_a$.
- Pr2: A potentiometer component.
- V1: A voltage source with $U=$.
- R2: Resistor with $R=R_b$.
- Pr1: A potentiometer component.
- R3: Resistor with $R=50 \text{ Ohm}$.
- Equation editor: A box labeled "Gleichung" with "Eqn2" and fields for $R=$, $R_a=$, $R_b=$, and $P_R2=$.
- I1: A current source with $I=$.
- Parameter sweep tool: A box labeled "Parameterdurchlauf" with fields for SW1, Sim=, Type=lin, Param=, Start=, Stop=, and Points=.

The graph shows the power P_{R2} on the y-axis (ranging from 0 to 0.6) versus the parameter p on the x-axis (ranging from 0 to 1). A blue line represents the relationship, starting at (0,0) and ending at (1,0.5).

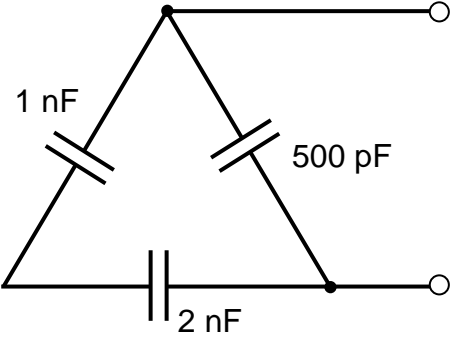
Name:	Vorname:
-------	----------

Aufgabe 2: Ersatzzweipole (18 Punkte)

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

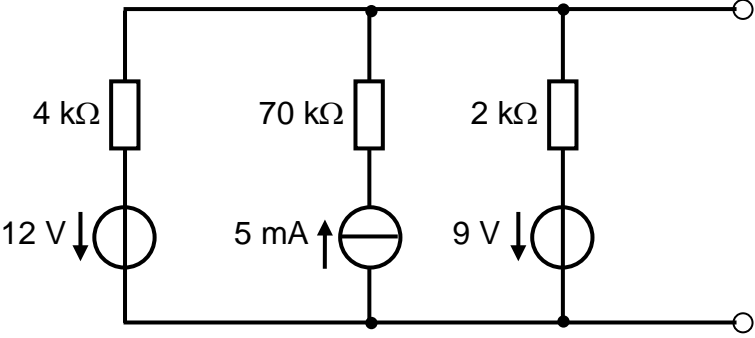


(b) Berechnen Sie die Ersatzkapazität für die folgende Schaltung.



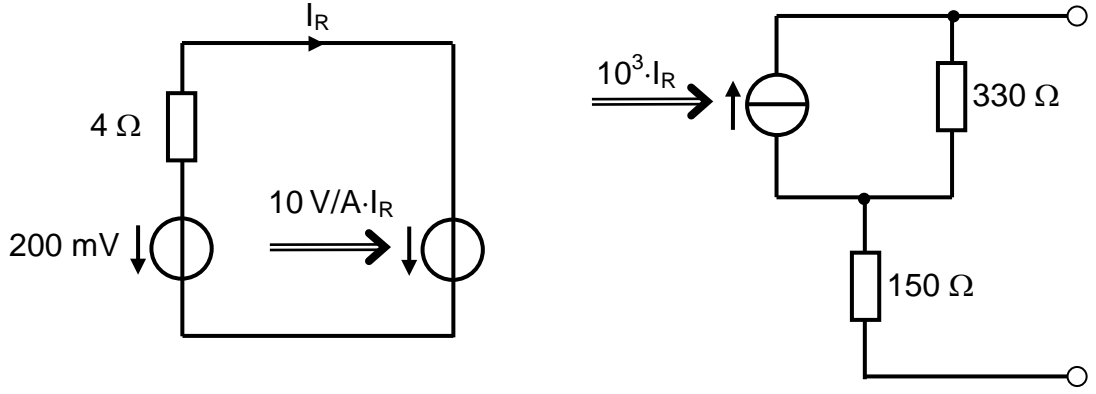
Name:	Vorname:
-------	----------

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



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

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



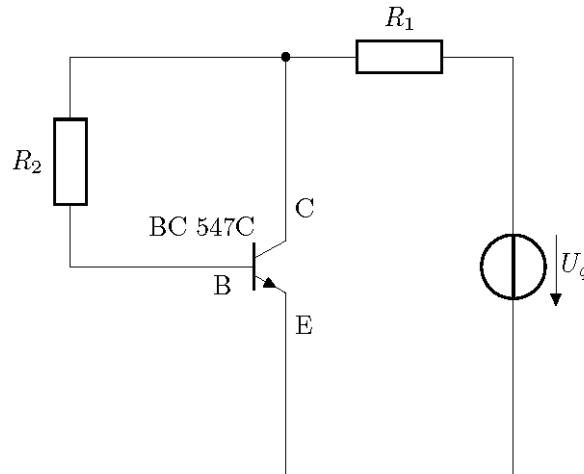
Name:

Vorname:

Aufgabe 3: Transistor (18 Punkte)

Gegeben ist folgende Transistorschaltung mit dem Transistor BC 547C. Der Transistor soll bei einer Quellspannung von $U_q = 20\text{ V}$ im ausgangsseitigen Arbeitspunkt $U_{CE} = 15\text{ V}$, $I_C = 45\text{ mA}$ betrieben werden.

(a) Dimensionieren Sie die Widerstände R_1 und R_2 mit Hilfe des gegebenen Kennlinienfeldes auf der nächsten Seite! Tragen Sie den Arbeitspunkt in jede der Kennlinien ein!

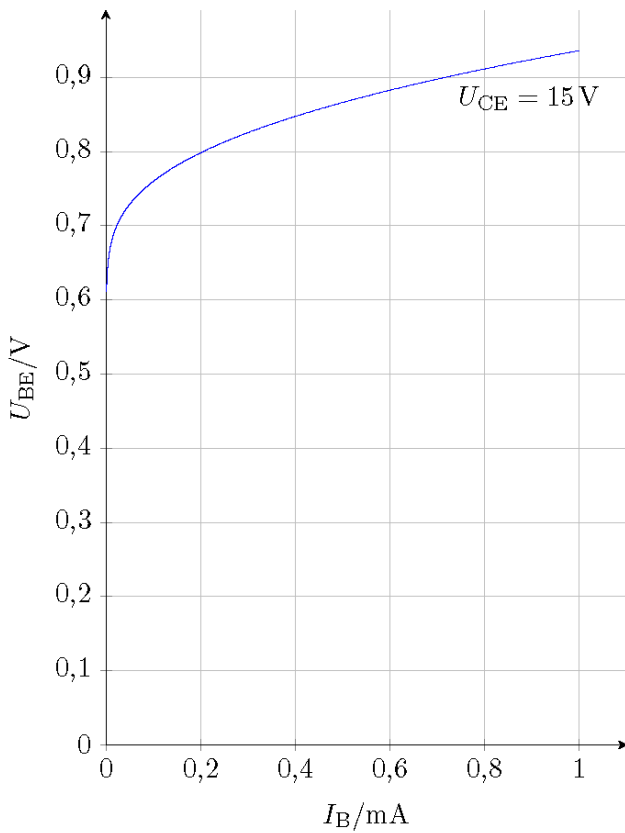


Name:

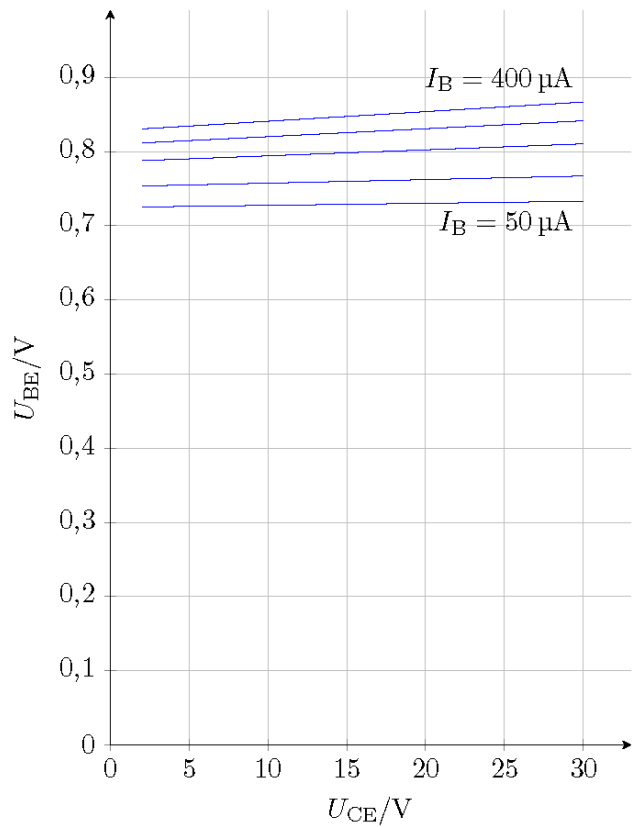
Vorname:

Transistorkennlinien BC547C

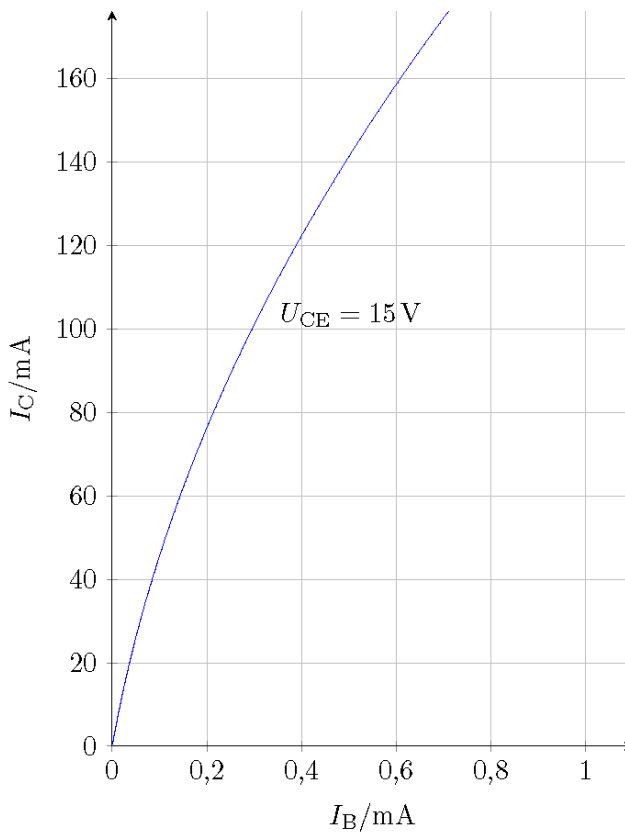
Eingangskennlinie



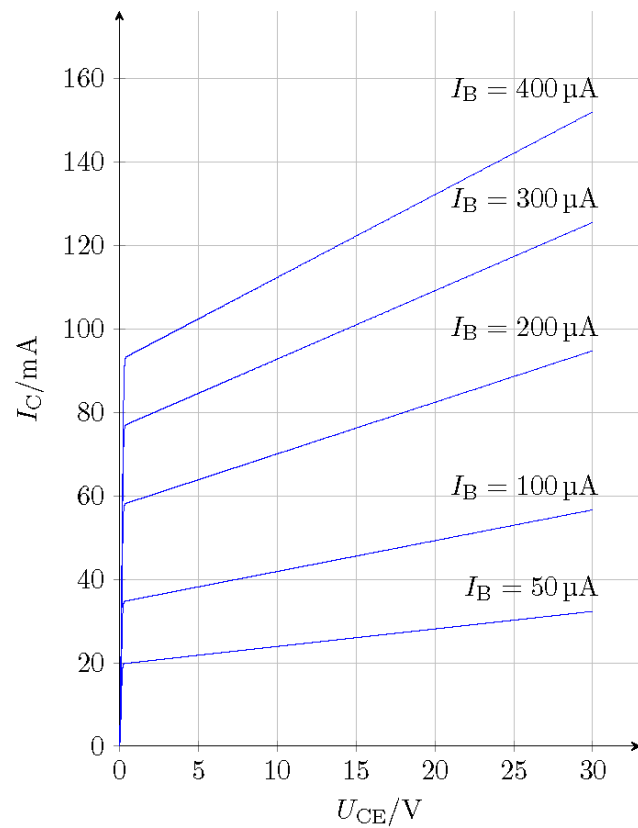
Rückwirkungskennlinienfeld



Stromverstärkungskennlinie

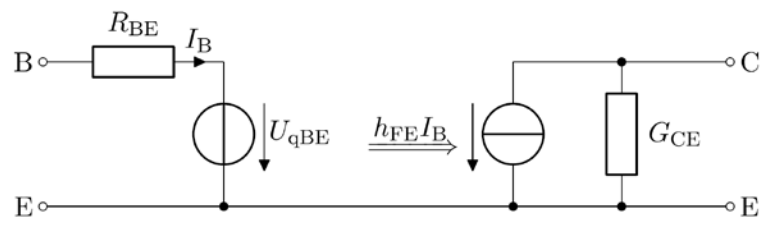


Ausgangskennlinienfeld



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

(b) Für den Transistor BC 547C soll in der Schaltung in (a) eine lineare Ersatzschaltung eingesetzt werden. Bestimmen Sie für den angegebenen Arbeitspunkt $U_{CE} = 15\text{ V}$, $I_C = 45\text{ mA}$ die Kenngrößen R_{BE} , U_{qBE} , h_{FE} und G_{CE} des folgenden linearen Transistormodells.



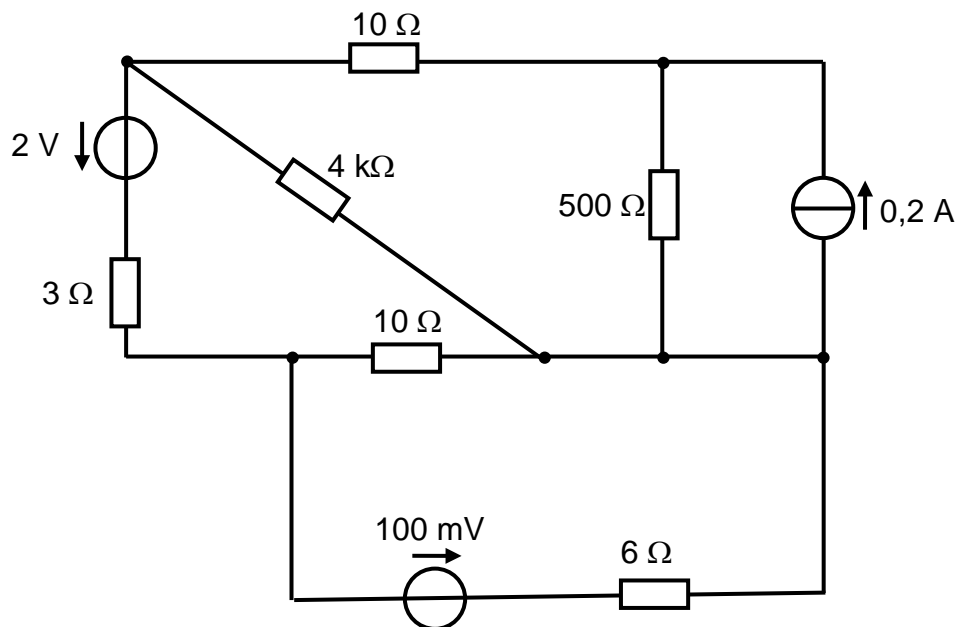
(c) Zeichnen Sie die resultierende lineare Ersatzschaltung für die Schaltung in (a)!

Name:

Vorname:

Aufgabe 4: Netzwerkanalyse (18 Punkte)

Gegeben sei die folgende Schaltung. Es sollen die linear unabhängigen Zweig-, Knoten- und Maschengleichungen aufgestellt werden, die zur Bestimmung sämtlicher Zweigströme und Zweigspannungen notwendig sind.



(a) Beschriften Sie die Zweigströme und Zweigspannungen in der Schaltung. Stellen Sie die linear unabhängigen Zweiggleichungen auf.

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

(b) Markieren Sie die Knoten in der Schaltung und stellen Sie die linear unabhängigen Knotengleichungen auf.

(c) Zeichnen Sie den Graph der Schaltung inklusive der Pfeile für den Bezugssinn. Markieren Sie einen vollständigen Baum in dem Graph. Stellen Sie die linear unabhängigen Maschengleichungen auf und zeichnen Sie die dazugehörigen Maschenumläufe in den Graph ein.

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

Anzahl an unbekanntem Zweigströmen und Zweigspannungen:

Anzahl an linear unabhängigen Zweiggleichungen aus (a):

Anzahl an linear unabhängigen Knotengleichungen aus (b):

Anzahl an linear unabhängigen Maschengleichungen aus (c):

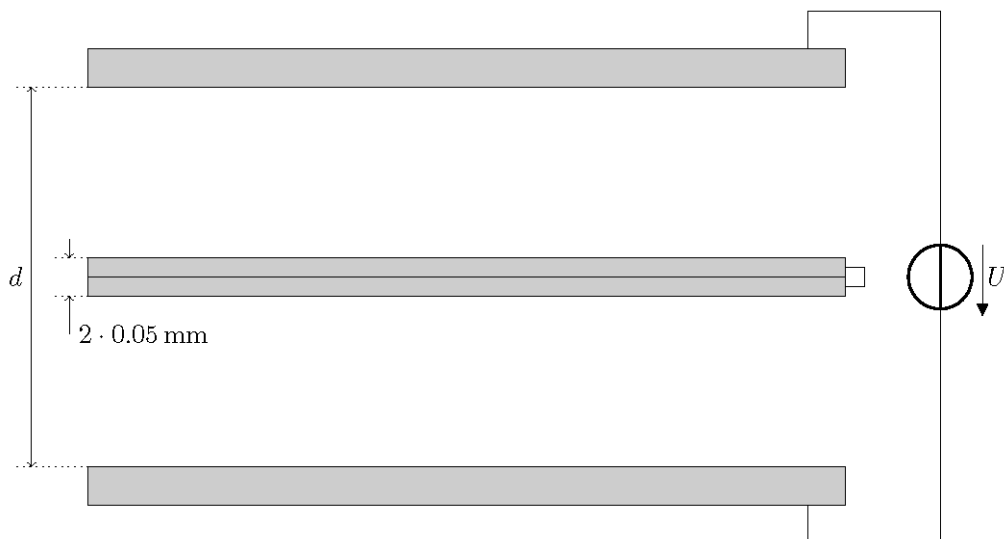
Name:

Vorname:

Aufgabe 5: Elektrisches Feld (15 Punkte)

Gegeben sei ein Plattenkondensator, dessen quadratische, 130 cm^2 große Platten einen Abstand $d = 5 \text{ mm}$ haben. Auf der oberen Platte befindet sich eine Ladungsmenge von $3,9 \text{ nC}$. Der Raum zwischen den Kondensatorplatten sei mit Luft gefüllt ($\epsilon_r = 1$), der Bereich außerhalb des Kondensators sei feldfrei. Randeffekte können vernachlässigt werden.

Mittig zwischen den beiden Platten werden nun zwei $0,05 \text{ mm}$ dünne Metallfolien gleicher Größe, die elektrisch ideal leitend miteinander verbunden sind, platziert.



- (a) Skizzieren Sie die Ladungsverteilung auf den Kondensatorplatten und den Metallfolien und skizzieren Sie das Feld der elektrischen Flussdichte entsprechend der von Ihnen gezeichneten Ladungsverteilung.

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

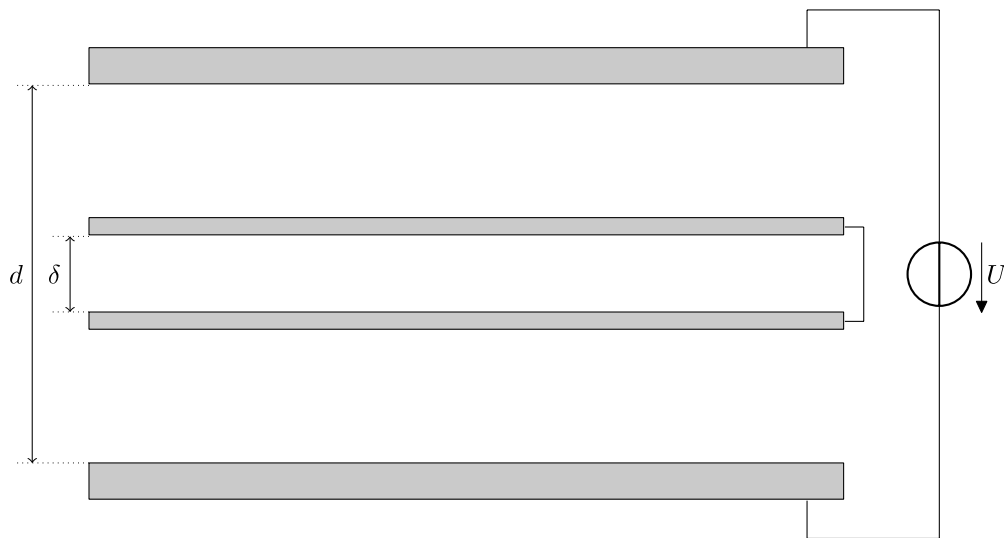
(b) Berechnen Sie das Feld der elektrischen Flussdichte im Raum zwischen den Kondensatorplatten. Zeichnen Sie dazu ein geeignetes Koordinatensystem in die Skizze oben ein.

(c) Berechnen Sie die Spannung U zwischen den äußeren Kondensatorplatten.

Name:

Vorname:

- (d) Die beiden Folien werden nun voneinander getrennt, sodass sich ein Abstand $\delta = 500 \mu\text{m}$ zwischen ihnen ergibt (s. folgende Abbildung). Die elektrische Verbindung bleibt erhalten. Skizzieren Sie die Ladungsverteilung für diese Anordnung und das entsprechende Feld der elektrischen Flussdichte.





- (e) Welche Auswirkung hat das Trennen der Metallfolien auf die Kapazität der Anordnung? Begründen Sie Ihre Antwort!

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

Aufgabe 6: Magnetfeld und Lorentz-Kraft (19 Punkte)

(a) Zwei lange, gerade parallel verlaufende Linienleiter in Luft führen die entgegengesetzten Ströme $I_1 = 2 \text{ A}$ und $I_2 = 1 \text{ A}$. 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 Feldlinienbild mindestens vier Feldlinien. Wählen Sie verschiedene Farben oder Linienarten für die Unterscheidung der drei überlagerten Feldlinienbilder.

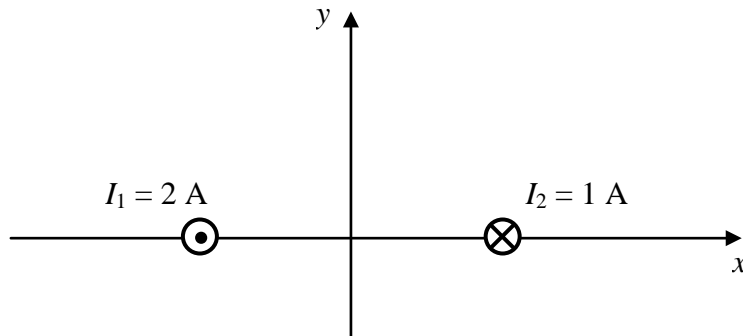
$I_1 = 2 \text{ A}$


$I_2 = 1 \text{ A}$


Name:

Vorname:

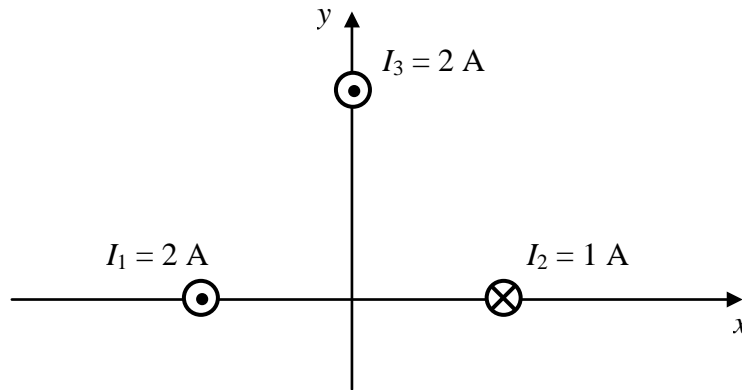
(b) Betrachtet werden soll nun die Lorentz-Kraft, die jeweils auf ein Leiterstück der Länge 10 cm der beiden Leiter aus (a) wirkt. Die Leiter haben einen Abstand von 40 cm und der Durchmesser der Leiter kann vernachlässigt werden. Berechnen Sie für jeden der beiden Leiter den Betrag der Kraft sowie den Winkel zur x-Achse in dem unten eingezeichneten Koordinatensystem mit dem Koordinatenursprung in der Mitte zwischen den Leitern.



Name:

Vorname:

(c) Nun werde ein dritter langer, gerader parallel verlaufender Leiter hinzugefügt, der von dem Strom $I_3 = 2 \text{ A}$ durchflossen wird. Dieser befinde sich auf der y -Achse in einem Abstand von 30 cm zu der Ebene der anderen beiden Leiter aus (a). Berechnen Sie für Leiter 1 mit Strom I_1 den Betrag und den Winkel zur x -Achse der resultierenden Lorentz-Kraft auf ein Leiterstück der Länge 10 cm . Zeichnen Sie den Vektor der Kraft mit korrektem Winkel in die Skizze unten ein.



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
$d\vec{s}$	$\vec{e}_x dx + \vec{e}_y dy + \vec{e}_z dz$	$\vec{e}_R dR + \vec{e}_\varphi R d\varphi + \vec{e}_z dz$	$\vec{e}_r dr + \vec{e}_\vartheta r d\vartheta + \vec{e}_\varphi r \sin \vartheta d\varphi$
$d\vec{f}$	$\vec{e}_x df_x + \vec{e}_y df_y + \vec{e}_z df_z$ $df_x = dy dz$ $df_y = dx dz$ $df_z = dx dy$	$\vec{e}_R df_R + \vec{e}_\varphi df_\varphi + \vec{e}_z df_z$ $df_R = R d\varphi dz$ $df_\varphi = dR dz$ $df_z = R dR d\varphi$	$\vec{e}_r df_r + \vec{e}_\vartheta df_\vartheta + \vec{e}_\varphi df_\varphi$ $df_r = r^2 \sin \vartheta d\vartheta d\varphi$ $df_\vartheta = r \sin \vartheta dr d\varphi$ $df_\varphi = r dr d\vartheta$
dv	$dx dy dz$	$R dR d\varphi dz$	$r^2 \sin \vartheta dr d\vartheta d\varphi$
$\text{grad } \Phi$	$\vec{e}_x \frac{\partial \Phi}{\partial x} + \vec{e}_y \frac{\partial \Phi}{\partial y} + \vec{e}_z \frac{\partial \Phi}{\partial z}$	$\vec{e}_R \frac{\partial \Phi}{\partial R} + \vec{e}_\varphi \frac{1}{R} \frac{\partial \Phi}{\partial \varphi} + \vec{e}_z \frac{\partial \Phi}{\partial z}$	$\vec{e}_r \frac{\partial \Phi}{\partial r} + \vec{e}_\vartheta \frac{1}{r} \frac{\partial \Phi}{\partial \vartheta} + \vec{e}_\varphi \frac{1}{r \sin \vartheta} \frac{\partial \Phi}{\partial \varphi}$