



Grundlagen der Elektrotechnik PS III - Rechentest

01.03.2011

Name, Vorname _____

Matr. Nr. _____

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	Summe
Punkte	3	15	10	12	11	9	60
erreicht							

Hinweise: Schreiben Sie auf das Deckblatt Ihren Namen und Matr. Nr. Die Bearbeitungszeit für den Test beträgt 75 Minuten! Der Test besteht aus 17 Seiten! Genehmigte Unterlagen sind gestattet!

Es dürfen **kein eigenes Papier und keine programmierbaren Taschenrechner** verwendet werden. Ergänzungen auf den Rückseiten der Aufgabenblätter unter Angabe der Aufgabennummer! Zusätzliche Seiten erhalten Sie von der Prüfungsaufsicht.

Die Rechenwege müssen erkennbar sein! Bitte leserlich schreiben! Lösungen müssen klar gekennzeichnet werden. Bei mehreren Lösungsversionen muss die zu wertende Version gekennzeichnet werden. Mehrere Ergebnisse zu einer Aufgabe werden nicht akzeptiert. Die Lösung der Aufgaben erfolgt mit einem dokumentenechten Stift (Kugelschreiber oder Füller) in **blauer oder schwarzer Schriftfarbe**. Zeichnungen **nicht** mit Bleistift anfertigen!

Prof. Dr.-Ing. Stephan Völker

Aufgabe 1 (3 Punkte). Lichterkette

Auf dem Rathausplatz soll ein Weihnachtsbaum aufgestellt werden. Der angelieferte Baum ist jedoch größer als geplant. Eine neue Lichterkette muss her. Vom letzten Weihnachtsfest sind noch 200 Stück 12 V Lampen übrig geblieben. Laut Hersteller führen diese im angeschalteten Zustand einen Strom von $I_L = 0,3 \text{ A}$.

1. Wie würden Sie die Lampen verschalten, damit der Weihnachtsbaum beleuchtet werden kann? Es ist von einer Betriebsspannung von $U = 240 \text{ V}$ auszugehen. **Begründen Sie Ihre Antwort!**

(/ 1 Punkt)

2. Wie groß ist die Leistung P aller Lampen?

(/ 1 Punkt)

3. Welche elektrische Energie E_{elektr} [kWh] wird von der neuen Lichterkette an einem Tag umgesetzt?

(/ 1 Punkt)

Aufgabe 2 (15 Punkte). Kraftwirkung auf Ladungen

Ein fest stehender Ring mit dem Radius a wird mit der Ladung Q_{Ring} geladen. Die Ladung verteilt sich gleichmäßig auf dem Ring und trägt somit die homogene Linienladung λ .

1. Eine ungeladene leitende Kugel $Q_K = 0$ wird nach Abbildung 1 in die Nähe des Ringes gebracht. Die Kugel ist mit einem nicht leitenden Faden an einem Stativ befestigt.

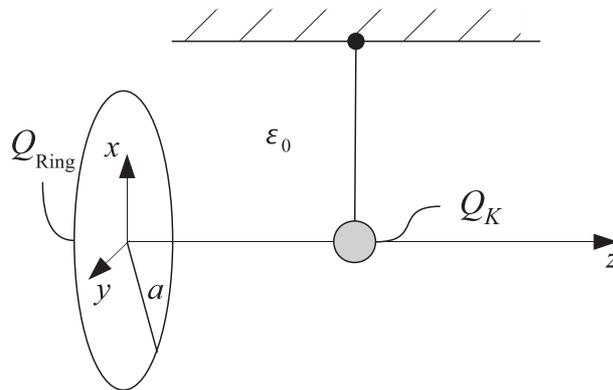


Abbildung 1. Ladungen an einem Pendel

Was passiert mit der Kugel, wenn die Ladung Q des Ringes sehr groß ist?

Hinweis: Es kommt nicht zu einer Entladung.

Begründen Sie Ihre Antwort!

(/ 2 Punkte)

2. Im Punkt $P(0, 0, z_P)$ vor dem Ring befindet sich eine Probeladung Q_P . Beschreiben Sie den **allgemein** Abstandsvektor \vec{r} und berechnen Sie dessen Betrag ausgehend vom Kreiselement $d\vec{s}$ des geladenen Ringes zur Probeladung. Fertigen Sie ggf. eine Skizze an.

(/ 2 Punkte)

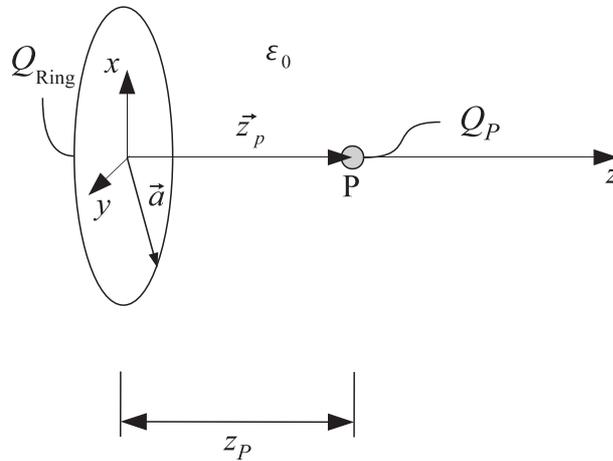


Abbildung 2. Probeladung

3. Geben Sie **allgemein** den Zusammenhang zwischen Kreiselement und Ladungsdichte auf dem Ring an.

(/ 1 Punkt)

4. Bestimmen Sie **allgemein** das Wegelement ds des Ringes.

(/ 1 Punkt)

5. Berechnen Sie **allgemein** den infinitesimalen Teil des elektrischen Feld $d\vec{E}$ im Punkt $P(0, 0, z_P)$ ausgehend von dem Linienelement ds .

(/ 1 Punkt)

6. Bestimmen Sie **allgemein** das gesamte elektrische Feld durch Superposition im Punkt $P(0, 0, z_P)$. Nutzen Sie Symmetrien aus!

(/ 3 Punkte)

7. Berechnen Sie **allgemein** und **zahlenmäßig** die Kraftwirkung auf die Probeladung, wenn diese die Ladung $Q_P = -5 \text{ nC}$ bzw. $Q_P = 5 \text{ nC}$ beträgt.

(/ 5 Punkte)

Es gilt:

- $Q_{Ring} = 5 \text{ nC}$
- $a = \sqrt{5} \text{ cm}$
- $z_P = 2 \text{ cm}$

Aufgabe 3 (10 Punkte). Kondensator

Für eine integrierte Schaltung ist ein Kondensator nach Abbildung 3 gefragt. In der Mitte, sowie oben und unten befinden sich sehr dünne leitfähige Platten. Dazwischen befindet sich jeweils ein Dielektrikum ε_1 , ε_2 und ε_3 . Die Anordnung beschreibt daher drei Kondensatoren C_1 , C_2 und C_3 . Weiterhin sind an allen leitenden Flächen Kontakte mit den Nummern 1, 2, 3 und 4 angebracht. Die Breite der Kondensatoren ist mit a , b und c , die Länge mit l und die Dicke aller Dielektrika ist mit d gegeben. Randeffekte können vernachlässigt werden.

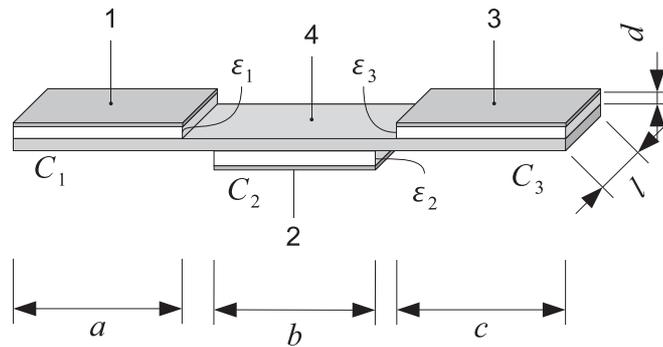


Abbildung 3. Gegebene Anordnung von drei Kondensatoren

1. Zeichnen Sie das Ersatzschaltbild der Anordnung und beschriften Sie die Elemente.

(/ 1 Punkt)

2. Berechnen Sie die einzelnen Kapazitäten C_1 , C_2 und C_3 .

(/ 3 Punkte)

3. Fall 1: Es wird der Kondensator zwischen den Anschlüssen 1 und 3 gemessen. Die Klemmen 2 und 4 sind offen. Zeichnen Sie das Ersatzschaltbild, beschriften Sie die Elemente und berechnen Sie **allgemein** die Gesamtkapazität.

(/ 2 Punkte)

4. Fall 2: Nun werden die Anschlüsse 1 und 2 verbunden (Kurzschluss). Die Klemme 3 ist offen. Es wird der Kondensator zwischen den Anschlüssen 1+2 und 4 gemessen. Zeichnen Sie das resultierende Ersatzschaltbild, beschriften Sie die Elemente und berechnen Sie **allgemein** die Gesamtkapazität.

(/ 2 Punkte)

5. Fall 3: Die Anschlüsse 1 und 2 sind weiterhin verbunden. Es wird jedoch der Kondensator zwischen den Anschlüssen 1+2 und 3 gemessen. Die Klemme 4 ist offen. Zeichnen Sie das resultierende Ersatzschaltbild und berechnen Sie **allgemein** die Gesamtkapazität.

(/ 2 Punkte)

Aufgabe 4 (12 Punkte). Kraftwirkung und Magnetismus

Eine quadratische Leiterschleife L2 mit der Seitenlänge $2b$ liegt in der xy -Ebene und führt den Gleichstrom I_2 (siehe Abbildung 4). Bei $x = -a$ mit $a > b$ liegt in derselben Ebene ein unendlich langer Leiter L1, der den Gleichstrom I_1 führt.

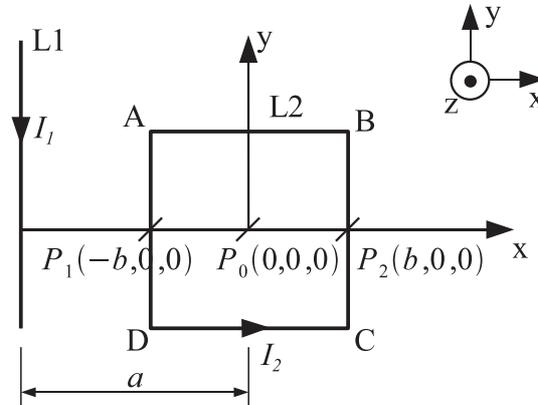


Abbildung 4. Gerader Leiter und Leiterschleife

1. Berechnen Sie **allgemein** die magnetische Flussdichte \vec{B}_{21} in einem Punkt $P(x,y)$, die auf Leiter L2 wirkt, wenn Leiter L1 den Strom I_1 führt.

(/ 3 Punkte)

2. Auf welcher Achse würde sich die Leiterschleife bewegen? Hinweis: Nutzen Sie Symmetrien aus!

(/ 2 Punkt)

3. Berechnen Sie **allgemein** die magnetische Kraft $\vec{F}_{m,L}$, die auf die Leiterschleife ausgeübt wird.
Hinweis: Nutzen Sie Symmetrien aus!

(/ 7 Punkte)

Aufgabe 5 (11 Punkte). Induktion

Eine waagrecht liegende Aluminiumscheibe nach Abbildung 5 rotiert um die z-Achse mit der Winkelgeschwindigkeit $\omega = 314 \text{ s}^{-1}$ in einem homogenen Magnetfeld der Flussdichte $\vec{B} = -0,1 \text{ T} \cdot \vec{e}_z$.

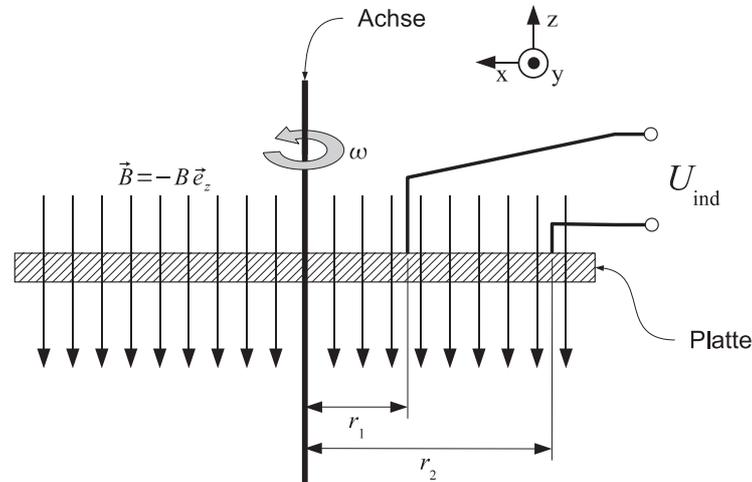


Abbildung 5. Rotierende Aluminiumscheibe im homogenen Magnetfeld

Von oben betrachtet dreht sich die Scheibe entgegengesetzt dem Uhrzeigersinn. Weiterhin sind zwei Schleifkontakte vorhanden, die $r_1 = 7 \text{ mm}$ und $r_2 = 28 \text{ mm}$ von der Mitte entfernt angebracht sind.

1. Welche Geschwindigkeit \vec{v} herrscht am Radius r der Scheibe? Hinweis: Beziehen Sie die Winkelgeschwindigkeit ω in Ihre Betrachtungen ein.

(/ 1 Punkt)

2. Beschreiben Sie **allgemein** die Abhängigkeit der Feldstärke \vec{E} vom Radius r .

(/ 3 Punkte)

3. Welche Spannung U herrscht zwischen den Schleifkontakten?

(/ 6 Punkte)

4. Zeichnen Sie die Spannung U folgerichtig in die Abbildung 6 ein.

(/ 1 Punkt)

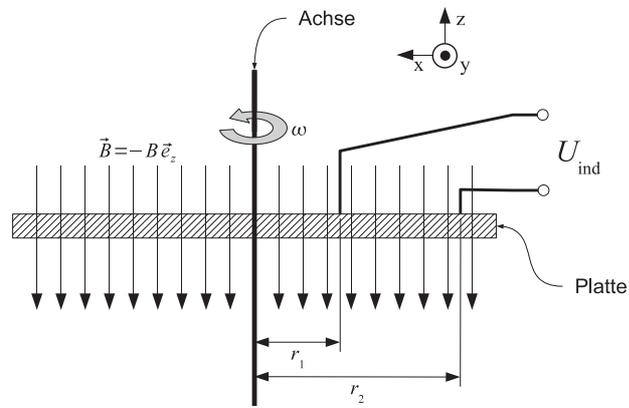


Abbildung 6. Für Ihre Lösung

Aufgabe 6 (9 Punkte). Widerstand

Die Abbildung 7 zeigt eine auf eine isolierende Oberfläche aufbrachten halbkugel-Förmigen Widerstand. Der innere Kontakt hat den Kugelradius $r_1 = 1 \text{ mm}$ und der äußere Kontakt den Radius $r_2 = 5 \text{ mm}$, beide bestehen aus Kupfer. Zwischen den Kontakten befindet sich ein Material der Leitfähigkeit $\kappa = 2,52 \cdot 10^{-4} \frac{\text{S}}{\text{m}}$. Der Widerstand wird mit einem Gleichstrom $I = 10 \mu\text{A}$ durchflossen.

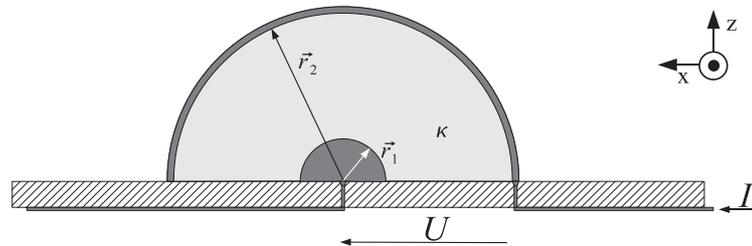


Abbildung 7. Gegebene Anordnung des Widerstandes

1. Berechnen Sie **allgemein** über den Strom I im Widerstand die Stromdichte \vec{J} in Abhängigkeit vom Radius r .

(/ 4 Punkte)

2. Berechnen Sie **allgemein** das elektrische Feld \vec{E} im Widerstand.

(/ 1 Punkt)

3. Berechnen Sie **allgemein** die elektrische Spannung zwischen den Anschlüssen.

(/ 3 Punkte)

4. Berechnen Sie **allgemein** den Widerstand zwischen den Anschlüssen.

(/ 1 Punkt)