



Grundlagen der Elektrotechnik PS III - Rechentest

31.03.2010

Name, Vorname _____

Matr. Nr. _____

Aufgabe	1	2	3	4	5	Summe
Punkte	12	15	9	9	15	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 13 Seiten! Die Bücher „Grundlagen der Elektrotechnik I und II“ von Manfred Albach, „Grundlagen der Elektrotechnik. Studium“ von Moeller und eine Formelsammlung (z.B. Bronstein) sowie zwei Blatt Papier DIN-A4 (4 Seiten) mit eigenen, handschriftlichen Notizen sind gestattet!

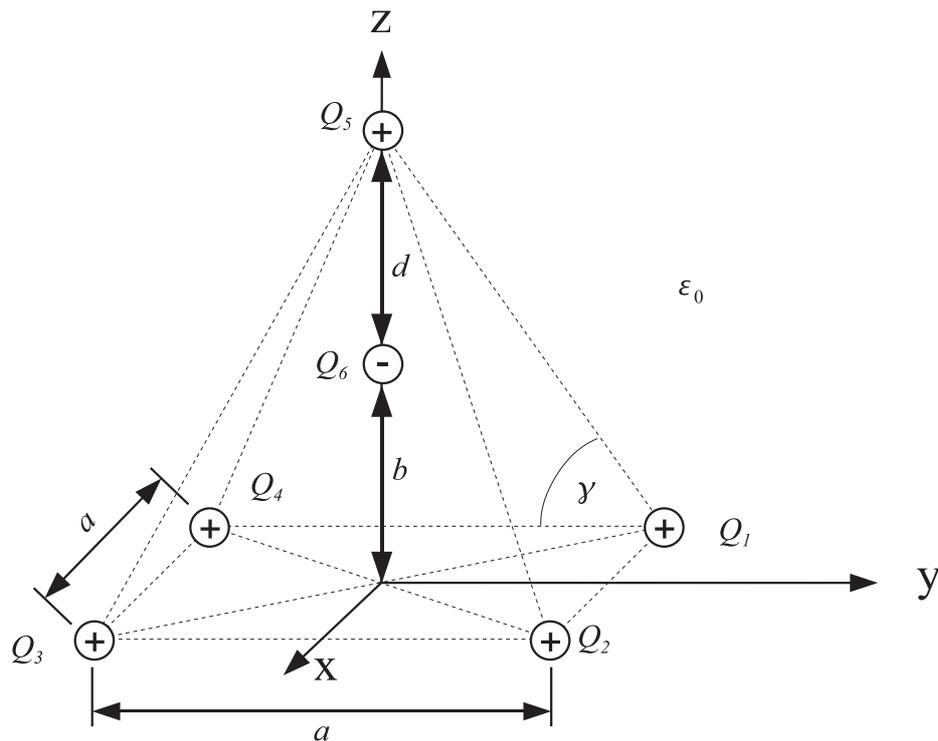
Es dürfen **kein eigenes Papier und keine programmierbaren Taschenrechner** verwendet werden. Ergänzungen auf den Rückseiten der Aufgabenblätter unter Angabe der Aufgabennummer! Zusätzliche Seiten erhalten Sie von der Prüfungsaufsicht.

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. Bitte verwenden Sie zur Lösung der Aufgaben einem dokumentenechten Stift (Kugelschreiber oder Füller) in **blauer oder schwarzer Schriftfarbe**. Zeichnungen **nicht** mit Bleistift anfertigen!

Prof. Dr.-Ing. Stephan Völker

Aufgabe 1 (12 Punkte). Kraft und Ladung

Gegeben sind sechs Punktladungen $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = Q_5 = 10 \text{ nC}$ und $Q_6 = -10 \text{ nC}$. Die Ladungen Q_1 bis Q_5 sind an den Eckpunkten einer quadratischen Pyramide angeordnet deren Seitenlänge der Grundfläche $a = 2 \text{ m}$ ist. Gemäß der Abbildung 1 liegt auf der z-Achse die Ladung Q_6 und hat die Koordinaten $(0, 0, b)$ mit $b = \sqrt{2} \text{ m}$. Die Gesamthöhe der Pyramide ist $h = b + d$ mit $d = \sqrt{2} \text{ m}$.



1. Gegebene Anordnung der Punktladungen

1. Geben Sie den Einheitsvektor der resultierenden Kraft auf die Ladung Q_6 an! Kreuzen Sie die richtige Antwort unten an!

(/ 1 Punkt)

\vec{e}_x	\vec{e}_y	\vec{e}_z	\vec{e}_φ	$\vec{e}_x \cos \gamma$	$\vec{e}_y \sin \gamma$	$\vec{e}_z \sin \gamma$
<input type="checkbox"/>						

2. Fertigen Sie zur Berechnung der Kraft $\vec{F}_{6,1}$ der Ladung Q_1 auf die Ladung Q_6 eine **Zeichnung** an und benennen Sie wichtige Komponenten!

(/ 1 Punkt)

3. Berechnen Sie **zahlenmäßig** den Abstand der Ladung Q_1 und Q_6 zueinander!

(/ 1 Punkt)

4. Berechnen Sie **allgemein** und **zahlenmäßig** die resultierende Gesamtkraft auf die Ladung Q_6 !

(/ 7 Punkte)

Hinweis: $\sqrt{a} \cdot \sqrt{b} = \sqrt{a \cdot b}$ sowie $\frac{\sqrt{a}}{\sqrt{b}} = \sqrt{\frac{a}{b}}$

5. Wie müsste der Abstand d der Ladung Q_6 zur Ladung Q_5 gewählt werden damit die Gesamtkraft $\vec{F} = \vec{0}$ ist? Der Abstand b darf nicht verändert werden. Geben Sie den Zahlenwert an!

(/ 2 Punkte)

Aufgabe 2 (15 Punkte). Kondensator

Gegeben sind zwei ideal leitende konzentrisch angeordnete Hohlzylindersegmente der Länge l , den Radien r_1 , r_2 und dem Segmentwinkel α (siehe Abbildung 1). Die Anordnung trägt eine Ladung Q . Zwischen den Elektroden (grau) liegt eine Spannung U an. Hinweis: Die Feldverzerrungen im Randbereich sind zu vernachlässigen!

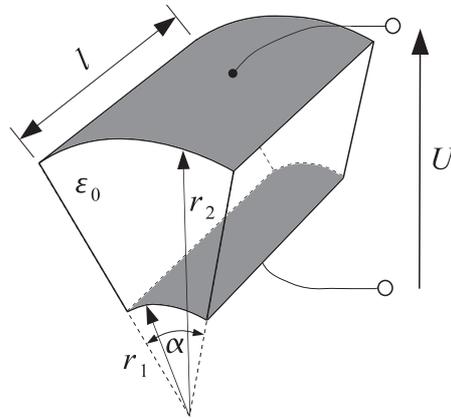


Abbildung 1. Ideal leitende konzentrisch angeordnete Hohlzylindersegmente

1. Berechnen Sie **allgemein** die elektrische Flussdichte \vec{D} im Bereich $r_1 \leq \rho \leq r_2$ für die Länge $0 \leq z \leq l$.

(/ 5 Punkte)

2. Berechnen Sie **allgemein** die elektrische Feldstärke \vec{E} .

(/ 2 Punkte)

3. Berechnen Sie **allgemein** die elektrische Spannung U .

(/ 4 Punkte)

4. Berechnen Sie **allgemein** die Gesamtkapazität C der Anordnung.

(/ 2 Punkte)

5. Gegeben sind folgende Zahlenwerte:

- $l = 1 \text{ m}$
- $r_2 = 2,718 \cdot r_1$
- $\alpha = 30^\circ = \frac{\pi}{6}$

Die Kapazität C ist **zahlenmäßig** zu berechnen.

(/ 2 Punkt)

Aufgabe 3 (9 Punkte). Magnetismus

Ein unendlich langer Linienleiter ist vom Gleichstrom $I = 10 \text{ A}$ durchflossen. Ein Ferritring mit der relativen Permeabilität $\mu_r = 10.000$, der Länge $d = 30 \text{ mm}$, dem Innenradius $a = 4 \text{ mm}$ und dem Außenradius $b = 8 \text{ mm}$ wird konzentrisch um den Linienleiter gelegt. (siehe Abbildung 1).

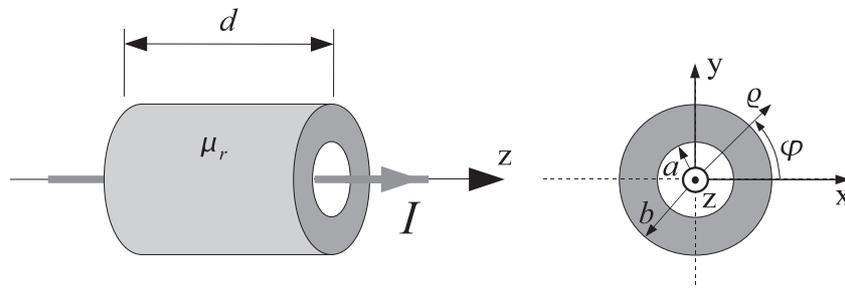


Abbildung 1. Gerader Linienleiter und Ferritring

1. Berechnen Sie **allgemein** die magnetische Feldstärke \vec{H} im Ferritring!

(/ 4 Punkte)

2. Berechnen Sie **allgemein** und **zahlenmäßig** den magnetischen Fluss Φ im Ferritring!

(/ 5 Punkt)

Aufgabe 4 (9 Punkte). Induktion

Zwei unbewegliche Leiter A und B befinden sich in der xy-Ebene in einem homogenen Magnetfeld $\vec{B} = B\vec{e}_z$ (siehe Abbildung 1). Die beiden Leiter werden durch einen rollbar gelagerten Stab verbunden. Dieser bewegt sich konstant in x-Richtung mit der Geschwindigkeit \vec{v} . Die Übergangswiderstände an den Kontaktpunkten sind zu vernachlässigen.

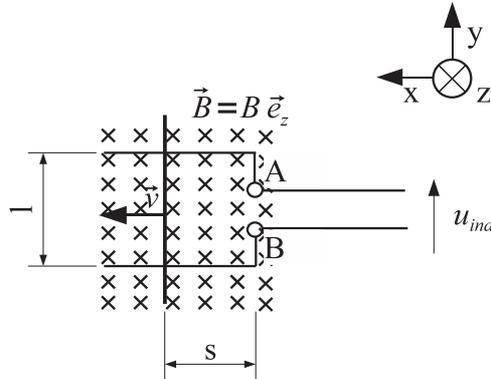


Abbildung 1. Bewegter Stab auf zwei Leitern A e/

1. Berechnen Sie **allgemein** die induzierte Spannung u_{ind} .

(/ 5 Punkte)

2. Nun werden die beiden Leiter kurzgeschlossen. Es kommt zum Stromfluss im Stab. Die gesamte Leiterschleife besitzt den Widerstand $R_{Schleife} = 1R$. Berechnen Sie **allgemein** mit Hilfe des Stromes in der Leiterschleife die Kraftwirkung auf den Stab.

(/ 3 Punkte)

3. Auf den Stab wirkt die konstante Kraft \vec{F} . Wird der Stab beschleunigt (ja oder nein)?

(/ 1 Punkt)

Aufgabe 5 (15 Punkte). Widerstand

Der spezifische Widerstand zwischen der inneren Elektrode mit dem Radius r_1 und der äußeren Elektrode mit dem Radius r_2 einer kugelförmigen Anordnung ändert sich nach folgender Funktion:

$$\rho_R(r) = \rho_{R,0} + c(r - r_1) \text{ mit } r_1 \leq r \leq r_2$$

Über die ideal leitenden Elektroden ($\kappa \rightarrow \infty$) fließt ein Gleichstrom I . Es sind die Größen r_1 , r_2 , c , $\rho_{R,0}$ und I gegeben.

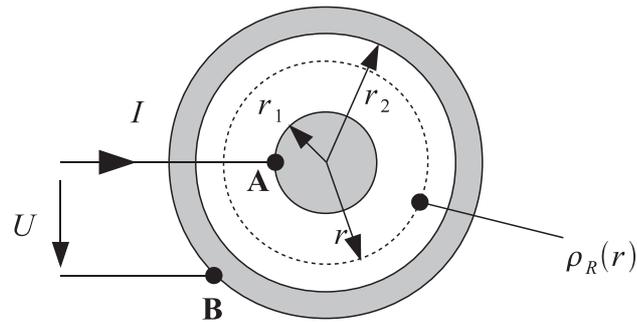


Abbildung 1. Gegebene Leiteranordnung

1. Berechnen Sie **allgemein** die elektrische Stromdichte \vec{J} in der Kugelschale.

(/ 4 Punkte)

2. Berechnen Sie **allgemein** die elektrische Feldstärke $\vec{E}(r)$ in der Kugelschale.

(/ 2 Punkte)

3. Berechnen Sie **allgemein** die zwischen den Kugelschalen liegende Spannung U zwischen den Anschlüssen A und B.

(/ 5 Punkte)

4. Berechnen Sie **allgemein** den Widerstand R der Kugel zwischen den Anschlüssen A und B.

(/ 2 Punkte)

5. Berechnen Sie den Wert des Widerstandes R für die folgenden Zahlenwerte:

(/ 1 Punkte)

- $\rho_{R,0} = 10^9 \Omega\text{cm}$
- $c = 0,5 \cdot 10^9 \Omega$
- $r_1 = 1 \text{ cm}$
- $r_2 = 3 \text{ cm}$

6. Berechnen Sie den Wert des Widerstandes R für $c = 0!$

(/ 1 Punkte)