



Grundlagen der Elektrotechnik PS III - Rechentest

24.02.2010

Name, Vorname _____

Matr. Nr. _____

Aufgabe	1	2	3	4	5	Summe
Punkte	7	15	12	9	17	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! 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 (7 Punkte). Kraftwirkung auf Ladungen

Gegeben sind zwei positive Punktladungen Q_1 und Q_2 , die an einem Faden befestigt und entsprechend Abbildung 1 angeordnet sind. Der Winkel φ besteht zwischen dem Faden und der y-Achse. Folgende Werte sind gegeben:

- $\varphi = 30^\circ$
- $Q = 10^{-14} \text{ As}$
- $a = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}$

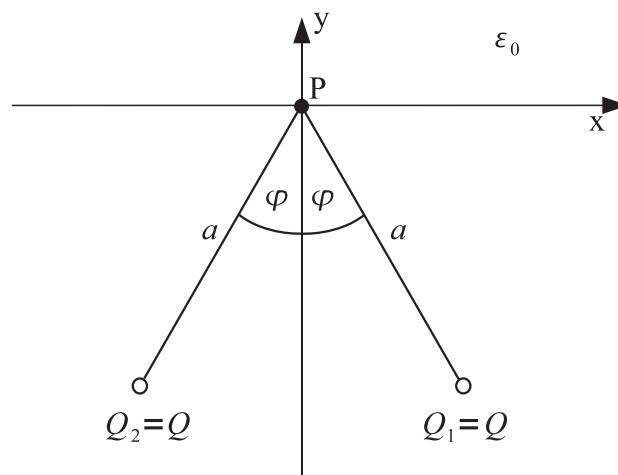


Abbildung 1. Ladungen an einem Pendel

Hinweis:

	30°	60°	90°
sin	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1
cos	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0

Tabelle 1: Werte der trigonometrischen Funktionen für Winkel

1. Berechnen Sie **allgemein** und **zahlenmäßig** die Kraftwirkung \vec{F}_1 und \vec{F}_2 auf die Ladungen Q_1 bzw. Q_2 .

(/ 4 Punkte)

2. Berechnen Sie **allgemein** und **zahlenmäßig** die Kraft \vec{F}_p auf eine Probeladung Q_p im Punkt P. Dabei gilt $Q_p = Q$.

(/ 3 Punkte)

Aufgabe 2 (15 Punkte). Kondensator

Gegeben sind zwei unendlich lange ideal leitende konzentrisch angeordnete zylinderförmige Elektroden mit den Radien a und b (siehe Abbildung 1). Das Dielektrikum zwischen den Elektroden hat die ortsabhängige Dielektrizitätszahl $\varepsilon(\varrho) = \varepsilon_0 \cdot (\varrho/a)$. Die Anordnung trägt die Ladung Q und zwischen den Elektroden liegt die Spannung U an.

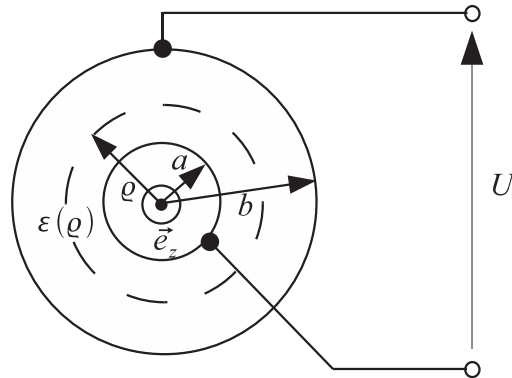


Abbildung 1. Ideal leitende konzentrisch angeordnete zylinderförmige Elektroden

1. Berechnen Sie **allgemein** die elektrische Flussdichte \vec{D} im Bereich $a \leq \varrho \leq b$ 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 .

(/ 5 Punkte)

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

(/ 2 Punkte)

5. Gegeben sind folgende Zahlenwerte:

- $l = 2 \text{ m}$
- $b = 2a$

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

(/ 1 Punkt)

Aufgabe 3 (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 1). Bei $x = -a$ mit $a > b$ liegt in derselben Ebene ein unendlich langer Leiter L1, der den Gleichstrom I_1 führt.

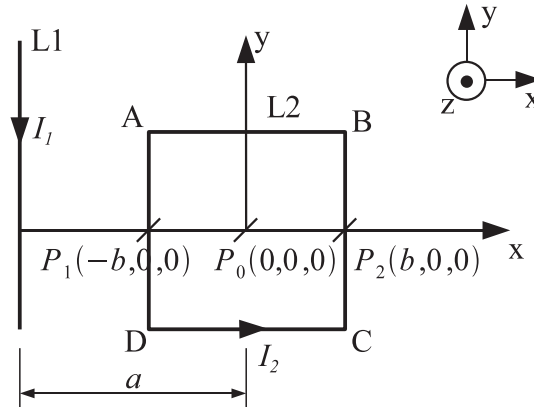


Abbildung 1. Gerader Leiter und Leiterschleife

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

(/ 3 Punkte)

2. In welche Richtung 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 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 verbunden durch einen rollbar gelagerten Stab. Dieser bewegt sich konstant in x-Richtung mit der Geschwindigkeit \vec{v} . Die Übergangswiderstände an den Kontaktpunkten sind zu vernachlässigen.

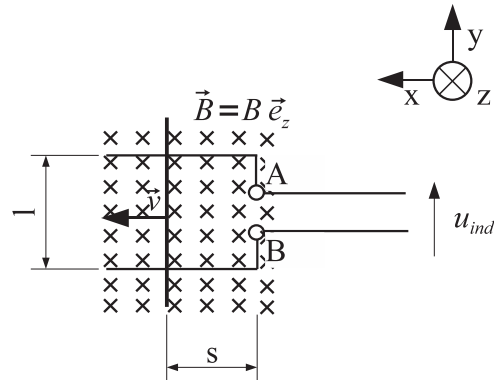


Abbildung 1. Bewegter Stab auf zwei Leitern

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 über den Strom 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 (17 Punkte). Widerstand

Die Abbildung 1 zeigt eine durch den Gleichstrom I durchflossene zylinderförmige Leiteranordnung mit der Länge l und dem Radius r_0 . Die obere und untere Hälfte haben unterschiedliche Leitfähigkeiten.

Es gilt:

$$\kappa = \begin{cases} \kappa(\varphi) = \kappa_0 \cdot \cos^2(\varphi) & 0 \leq \varphi < \pi \\ \kappa_0 & \pi \leq \varphi < 2\pi \end{cases}$$

Dabei ist κ_0 eine konstante Leitfähigkeit. Weiterhin ist gegeben:

- $\kappa_0 = \frac{4}{3\pi} \cdot 10^5 \frac{\text{S}}{\text{cm}}$
- $r_0 = 1 \text{ cm}$
- $l = 100 \cdot r_0$

Die Widerstände der oberen bzw. unteren Hälfte der Leiteranordnung werden mit R_o bzw. R_u gekennzeichnet. Hinweis: Randeffekte sind zu vernachlässigen!

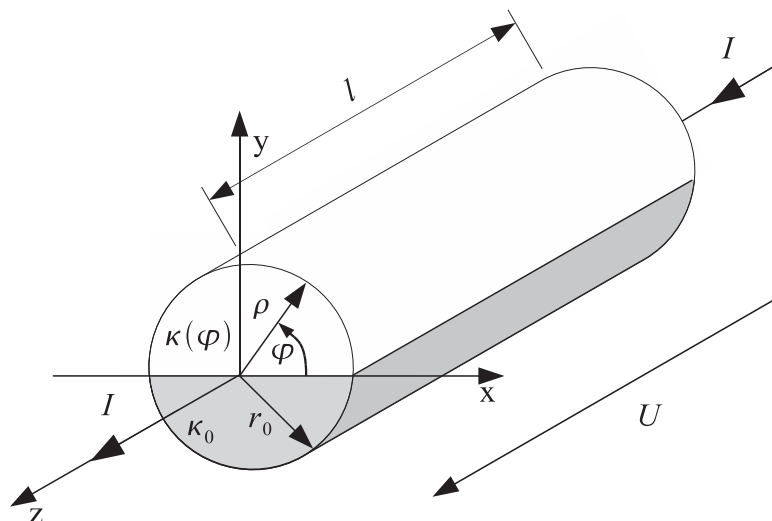


Abbildung 1. Gegebene Leiteranordnung

1. Geben Sie das Widerstand-Ersatzschaltbild der Anordnung an.

(/ 2 Punkte)

2. Berechnen Sie **allgemein** den Widerstand R_u (Widerstand der unteren Hälfte).

(/ 2 Punkte)

3. Berechnen Sie **allgemein** die elektrische Spannung U in Abhängigkeit der Stromdichte J_o in der oberen Hälfte der Leiteranordnung. J_o muss nicht separat angegeben werden.

(/ 5 Punkte)

4. Berechnen Sie **allgemein** den durch die obere Hälfte fließenden Teilstrom I_o in Abhängigkeit der Spannung U .

Hinweis: $\int \cos^2(ax)dx = \frac{1}{2}x + \frac{1}{4a} \sin(2ax)$

(/ 3 Punkte)

5. Berechnen Sie **allgemein** den Widerstand R_o (Widerstand der oberen Hälfte).

(/ 2 Punkte)

6. Berechnen Sie **allgemein** und **zahlenmäßig** den Gesamtwiderstand R_{ges} der Leiteranordnung.

(/ 3 Punkte)