

Aufgabensammlung ET „Elektrisches Strömungsfeld“

Liebe Freunde,

Die vorliegende Sammlung von Aufgaben zum elektrischen Strömungsfeld ist als Ergänzung und Erweiterung zu den sonst übliche Aufgaben gedacht, wie zum Beispiel auch in den Grundlagen der Elektrotechnik an der TU-Dresden verwendet werden.

Sie soll helfen, durch mehr Beispiele und teilweise auch höheren Schwierigkeitsgrad, die Probleme besser zu verstehen und lösen zu können.

Nutzen Sie dieses Aufgabenblatt, um Ihre Lösung in Kurzform zu notieren, damit Sie später darauf zugreifen können.

Dazu haben wir jedes Aufgabenblatt in Aufgabe, Ansatz, Lösung und Wert gegliedert.

In kurzen Überschriften wird ausgedrückt, welche Ergebnisform erwartet wird.

„Allgemein“ heißt, Sie sollen das Problem nach eigener Maßgabe bearbeiten und durchdringen, „Rechnung“ verlangt einen oder mehrere Zahlenwerte, „Formel“ heißt, hier sollen Sie den formelmäßigen Lösungsansatz finden. Die Aufgaben entstammen der elektronischen Aufgabensammlung „scholar“, die einen Bewertungsmechanismus besitzt. Daher werden viele Formelzeichen anders als üblich dargestellt. Sie können natürlich die gewohnten Zeichen benutzen.

Und nun, viel Spaß!

- Ansatz

- Lösung

- Wert

Aufgabe

E-0.1 Kraftfeld

a) Hat das Kraftfeld $\mathbf{F} = k(y^0^2 - y^2)\mathbf{e}_x$ ein Potenzial?

Hinweis:

Integrieren Sie über einen geschlossenen Umlauf im Feld.

- Ansatz
- Lösung
- Wert

Aufgabe

E-1.1 Grafische Konstruktion von Feldbildern

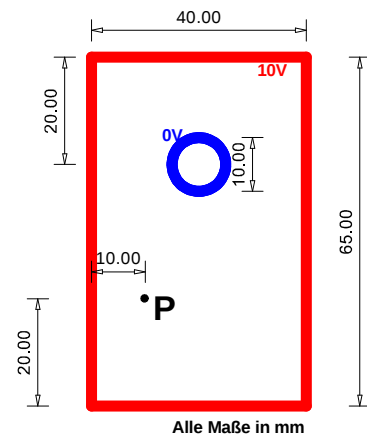
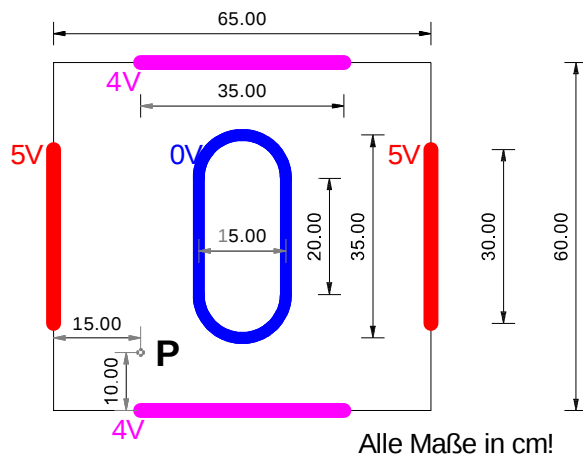
Konstruieren Sie für die gegebenen Elektrodenanordnungen nach Bild 1 und Bild 2 näherungsweise die ϕ - und die E -Felder.

Hinweis:

Verwenden Sie zur Konstruktion das Programm „feld32.exe“

Rechnung:

- Wie groß ist das Potenzial im Punkt P von Bild 1.
- Wie groß ist das Potenzial im Punkt P von Bild 2.



- Ansatz
- Lösung
- Wert

Aufgabe

E-2.0 Stromversorgung auf Island

Zur Versorgung von Bauernhöfen und Gehöften mit elektrischer Energie dient auf Island diese Art der Übertragung. Augenscheinlich wird nur ein Draht verwendet.

Allgemein:

Wie ist der Stromfluss bei einer einadrigen Übertragung gewährleistet. Überlegen Sie sich die Art und die Größenordnung der Verluste, die dabei auftreten



- Ansatz
- Lösung
- Wert

Aufgabe

E-2.1 Potenzial und Feldstärke im Strömungsfeld

Gegeben ist das Strömungsfeld mit der Feldstärkeverteilung $E = -a(y\mathbf{e}_x + x\mathbf{e}_y)$.

Formel:

a) Berechnen Sie das Potenzialfeld $\varphi(x, y)$, wenn das Potenzial am Bezugspunkt $\varphi(0, 0) = 0$ ist.

- Ansatz
- Lösung
- Wert

Aufgabe

E-2.2 Stromdichte und Feldstärke

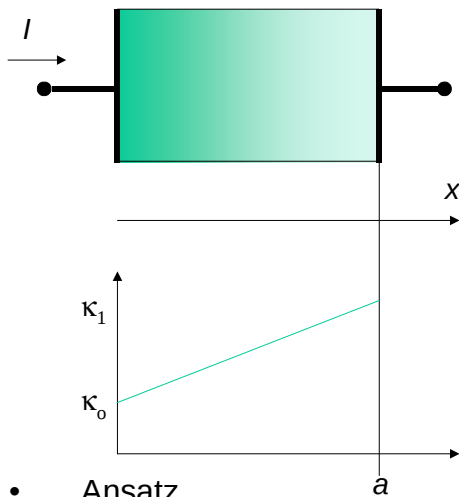
In der gegebenen Anordnung nimmt die Leitfähigkeit des zwischen zwei planparallelen Elektroden mit der Fläche A befindlichen leitenden Mediums linear von $\kappa_0 = 0,5 \text{ S/cm}$ auf $\kappa_1 = 1 \text{ S/cm}$ zu. Die Fläche A beträgt 1 cm^2 , der Plattenabstand $a = 2 \text{ cm}$, es wird ein Strom von $I = 100 \text{ mA}$ eingespeist.

Allgemein:

Stellen Sie die Stromdichte, die Feldstärke und das Potenzial als Funktion von x dar.

Rechnung:

- Wie groß ist die Stromdichte im Punkt $x = a/2$.
- Wie groß ist die Feldstärke im Punkt $x = a/2$.
- Wie groß ist das Potenzial im Punkt $x = a/2$ (Potenzial bei $x = a$ sei Null).
- Wie groß ist der Widerstand der Anordnung.



- Ansatz

- Lösung

- Wert

Aufgabe

E-2.2 Ortsabhängige Leitfähigkeit

Zwischen zwei konzentrischen Zylinderelektroden befindet sich ein leitfähiges Medium, dessen Leitfähigkeit vom Rand der Innenelektrode zur Außenelektrode abnimmt. (Bild 1 und Bild 2)

$$k = k(r) = k_i \cdot (r_i/r)$$

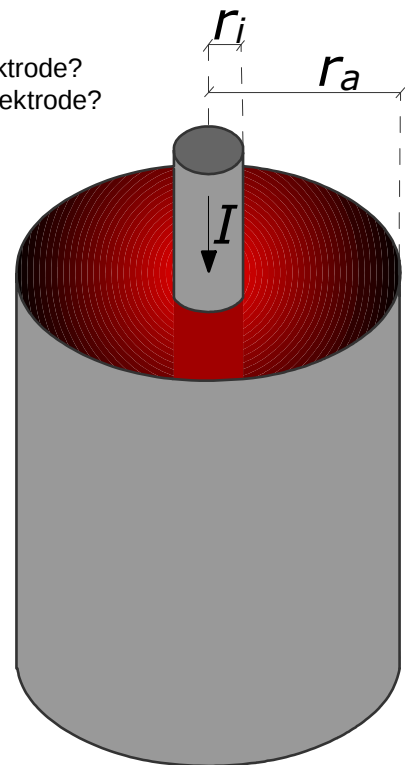
Für die Anordnung gelten:

$k_i = 0,5 \text{ S/m}$, $r_i = 10 \text{ mm}$, $r_a = 4 \text{ cm}$, $h = 30 \text{ mm}$, $I = 0,05 \text{ A}$

Die Außenelektrode besitze das Potenzial null.

Rechnung:

- Wie groß ist die Feldstärke an der Oberfläche der Innenelektrode?
- Wie groß ist die Feldstärke an der Innenseite der Außenelektrode?
- Wie groß ist das Potenzial an der Innenelektrode?
- Wie groß ist der Widerstand der Anordnung?



- Ansatz

- Lösung

- Wert

Aufgabe

E-2.2 Potenzialtrichterdilemma

Eine Kuh befindet sich in einem rotationssymmetrischen elektrischen Strömungsfeld dessen Feldstärke mit $1/r$ (r - Entfernung zum Zentrum, es handelt sich nicht um das Feld eines Kugelerders) abnimmt. Sie versucht nun versucht, auf einem Wege aus dem Potenzialtrichter heraus zu kommen, ohne dass die gefährliche Schrittspannung überschritten wird. Sie kann dies erreichen, indem sie immer quer zur Feldstärke läuft, wobei sich der Winkel zum Vektor der Feldstärke mit zunehmender Entfernung verkleinern darf.

Im Abstand r_0 ist die Feldstärke kleiner als die Schrittspannung dividiert durch die Schrittweite und die Kuh kann in radialer Richtung laufen.

Beschreiben Sie die Bahn der Kuh analytisch. Führen Sie dazu eine differentielle Schrittspannung ein, die sich aus der jeweiligen Feldstärke unter Berücksichtigung des minimal möglichen Winkels zur Feldstärkerichtung ergibt.

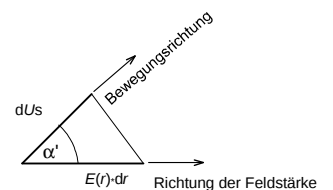
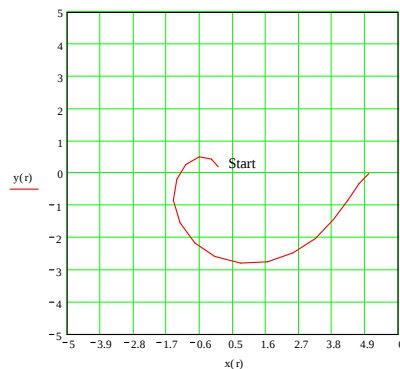
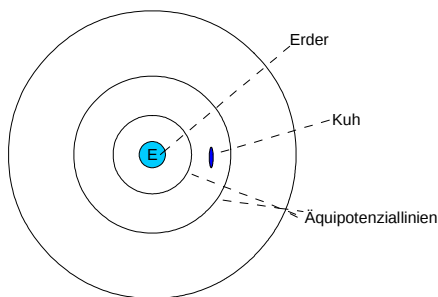
Formel:

α sei der Winkel im System der Polarkoordinaten, r der Abstand vom Zentrum, bei r_0 ist die Feldstärke gleich der zulässigen differentiellen Schrittspannung dividiert durch den differentiellen Weg.

a) Wie lauten die Bahngleichung $\alpha = f(r)$?

Hinweis:

Bild 2 zeigt **einen** prinzipielle möglichen Bahnverlauf.



- Ansatz

- Lösung

- Wert

Aufgabe

E-2.2 Potenzialtrichterdilemma

In einen Halbkugelerder E mit dem Radius $r_f = 2\text{ m}$ werden in Folge eines technischen Defektes kontinuierlich 10 kA eingespeist. Der Boden um den Erder besitzt eine Leitfähigkeit von 10^{-2} S/m . Eine intelligente Kuh befindet sich im Abstand von 15 m vom Mittelpunkt des Erders. Sie kann nur Schritte einer Länge von 1 m machen und verträgt eine Schrittspannung von maximal 50 V .

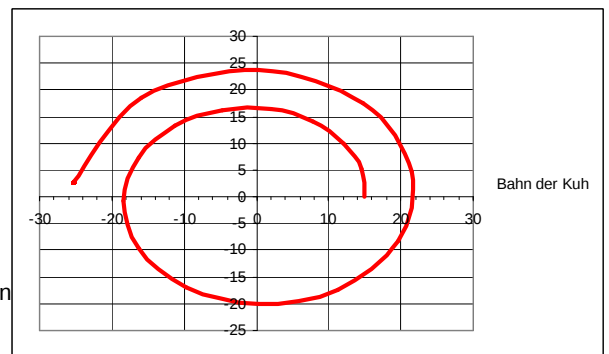
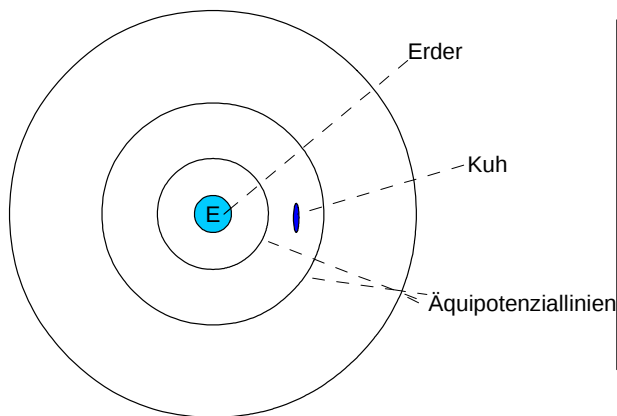
Allgemein:

- Analysieren Sie das Problem.
- Finden Sie den kürzesten Weg (Polygonzug) auf dem sich die Kuh aus dem Gefahrenfeld entfernen kann.

Hinweis:

Schreiben Sie eine Tabelle, z.B. in Excel, die die einzelnen Schritte ausrechnet, und lassen Sie den Kurvenzug anschließend grafisch darstellen. Bild 2 zeigt eine Variante dieser Bahn.

Speziell gilt $k_E = 10^{-2}\text{ S/m}$, Schrittweite $s = 1\text{ m}$, maximal Schrittspannung $U_s = 50\text{ V}$. Wie groß ist in diesem Beispiel der eingespeiste Strom I ?



- Ansatz

- Lösung

- Wert

Aufgabe

E-2.2 Ortsabhängige Leitfähigkeit

Zwischen zwei konzentrischen Zylinderelektroden befindet sich ein leitfähiges Medium, dessen Leitfähigkeit vom Rand der Innenelektrode zur Außenelektrode abnimmt. (Bild 1 und Bild 2)

$$k = k(r) = k_i \cdot (r_i/r)^2$$

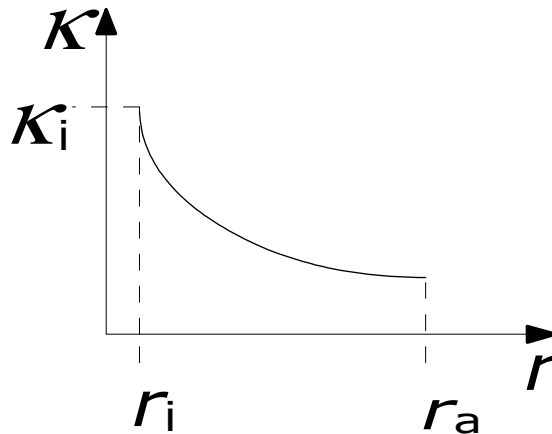
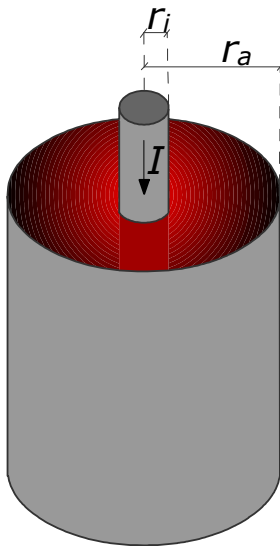
Für die Anordnung gelten:

$$k_i = 0,5 \text{ S/m}, \quad r_i = 10 \text{ mm}, \quad r_a = 4 \text{ cm}, \quad h = 30 \text{ mm}, \quad I = 0,05 \text{ A}$$

Die Außenelektrode besitze das Potenzial null.

Rechnung:

- Wie groß ist die Feldstärke an der Oberfläche der Innenelektrode?
- Wie groß ist die Feldstärke an der Innenseiten der Außenelektrode?
- Wie groß ist das Potenzial an der Innenelektrode?
- Wie groß ist der Widerstand der Anordnung?



- Ansatz
- Lösung
- Wert

Aufgabe

E-2.3 Spiegelungsprinzip

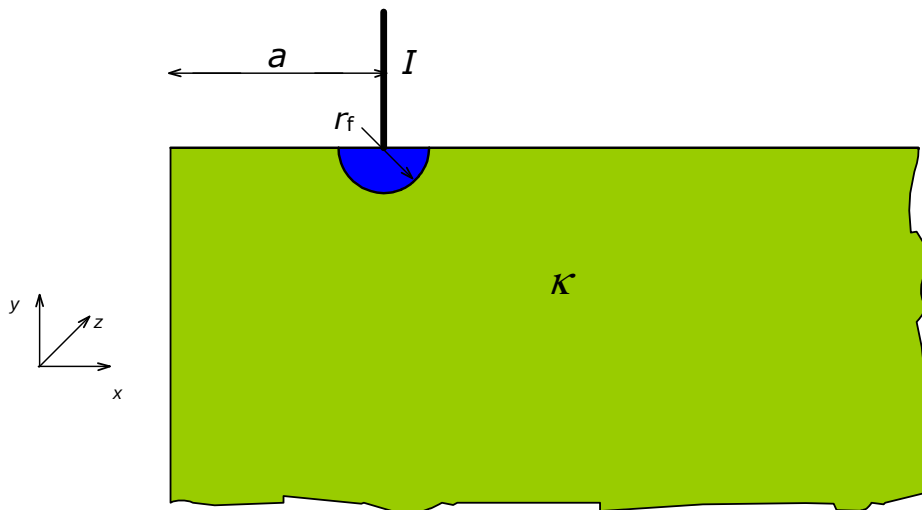
Gegeben ist ein in z -Richtung unendlich ausgedehntes Medium. In x - bzw. y -Richtung ist es oben bzw. links begrenzt, nach unten bzw. nach rechts jedoch ebenfalls unendlich ausgedehnt. Das Medium besitzt die Leitfähigkeit κ . Am linken Rand Der Übergangswiderstand der halbkugelförmigen Einströmung mit dem Radius r_f und dem Abstand zum linken Rand a soll mit Hilfe des Spiegelungsprinzips bestimmt werden.

Allgemein:

Analysieren Sie das Problem und finden Sie eine einfache Spiegelungsanordnung, die die Verhältnisse an den Grenzflächen simuliert.

Formel:

a) Geben Sie die näherungsweise Abhängigkeit des Widerstandes $R(r_f, a, \kappa)$ an.



- Ansatz
- Lösung
- Wert

Aufgabe

E-2.3 Spiegelungsprinzip

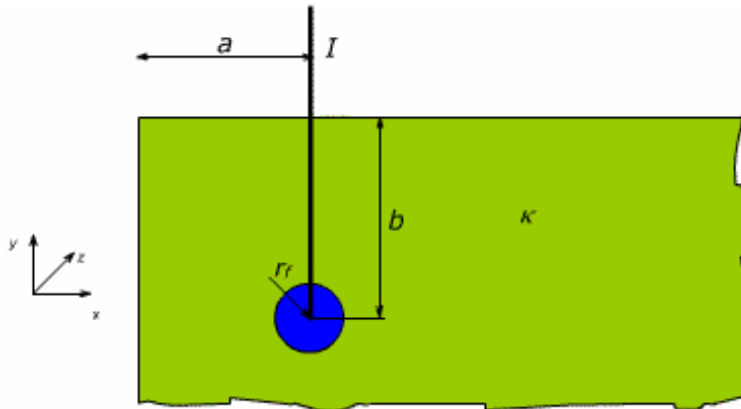
Gegeben ist ein in z -Richtung unendlich ausgedehntes Medium. In x - bzw. y -Richtung ist es oben bzw. links begrenzt, nach unten bzw. nach rechts jedoch ebenfalls unendlich ausgedehnt. Das Medium besitzt die Leitfähigkeit κ . Am linken Rand Der Übergangswiderstand der kugelförmigen Einströmung mit dem Radius r_f , der Tiefe b und dem Abstand zum linken Rand a soll mit Hilfe des Spiegelungsprinzips bestimmt werden.

Allgemein:

Analysieren Sie das Problem und finden Sie eine einfache Spiegelungsanordnung, die die Verhältnisse an den Grenzflächen simuliert.

Formel:

a) Geben Sie die näherungsweise Abhängigkeit des Widerstandes $R(r_f, a, b, \kappa)$ an.



- Ansatz
- Lösung
- Wert

Aufgabe

E-2.5.1 Räumlicher Widerstand

Gegeben ist ein Leiter in Form eines Kegelstumpfes mit der Länge L .
Er wird von der Seite a_0, b in Richtung a_1, b von einem Strom durchflossen.

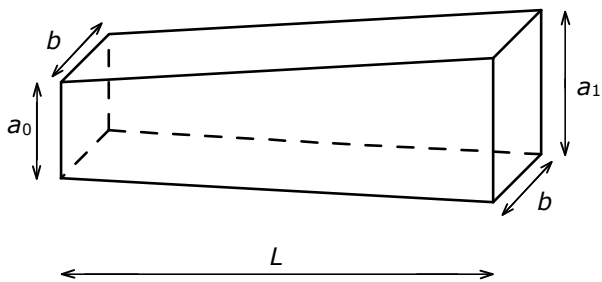
$L = 50 \text{ cm}$, $a_0 = 5 \text{ mm}$, $a_1 = 10 \text{ mm}$, $b = 5 \text{ mm}$
 $k = 0,1 \text{ m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2)$

Rechnung:

a) Berechnen Sie den Widerstand der Anordnung mit Hilfe des Verfahrens für räumliche Leiter (die Länge L ist gegenüber den Kantenlängen sehr groß).

Allgemein:

Überlegen Sie, welcher prinzipielle Fehler in der Anwendung des Rechnungsprinzips liegt?



- Ansatz
- Lösung
- Wert

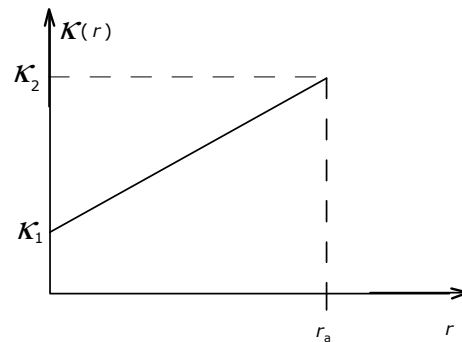
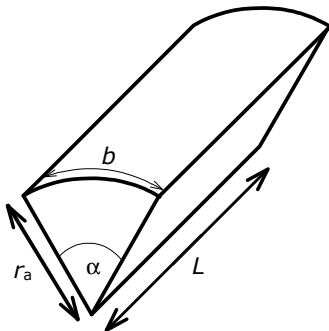
Aufgabe

E-2.5.2 Räumlicher Leiter

Ein prismatischer Leiter mit einem sektorförmigen Querschnitt wird in axialer Richtung von einem Strom durchflossen. Die Leitfähigkeit des Materials ist nicht konstant, sondern ändert sich linear über dem Radius (Bild 2).

Formel:

a) Berechnen Sie den Widerstand des Leiters zwischen den planparallelen Anschlüssen aus den Größen r_a , L , α , κ_1 und κ_2 . Verwenden Sie in der Formel bitte κ_1 und κ_2 zur Bezeichnung der Leitfähigkeiten und α für den Winkel.



- Ansatz
- Lösung
- Wert

Aufgabe

E-2.5.3 Widerstandsberechnung

Gegeben ist ein leitender Bügel, der die Form eines halbierten Hohlzylinders besitzt. Leitfähigkeit κ , Breite b , Innenradius r_i , Außenradius r_a .

Allgemein:

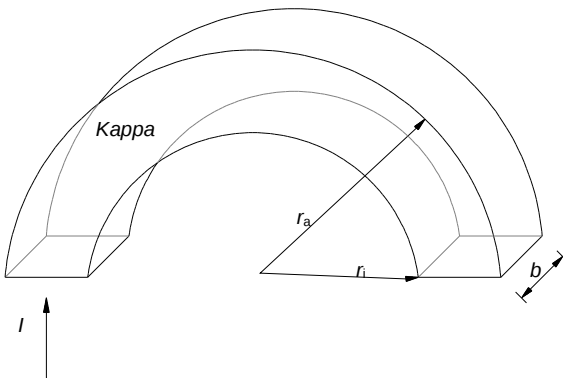
a) Skizzieren Sie das sich ergebende Strömungsfeld, wenn an die Kontaktflächen eine Spannung U angelegt wird und damit ein Strom I eingespeist wird.

Formel:

a) Wie groß ist der Widerstand R des Bügels?

b) Wie groß ist der Widerstand für eine radiale Durchströmung?

(Verwenden Sie für die Leitfähigkeit und p die ausgeschriebenen griechischen Buchstaben Kappa bzw. Pi.)



- Ansatz
- Lösung
- Wert

Aufgabe

E-2.5.4 Räumlicher Leiter

Gegeben ist ein Leiter in Form eines Bügels aus einem leitfähigen Material der Leitfähigkeit k . Der Querschnitt hat in axialer Richtung die Form eines symmetrischen Trapezes (siehe Bilder). Sein Sektorwinkel ist α . Der Strom fließt in die linke Stirnfläche hinein und aus der rechten heraus.

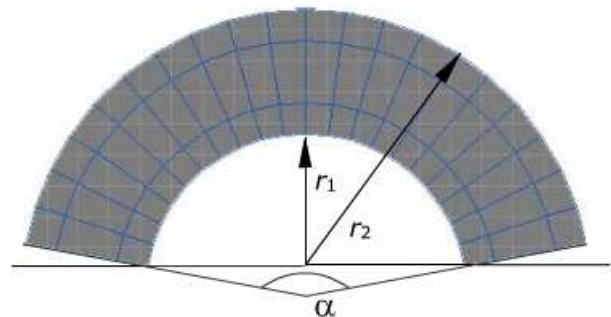
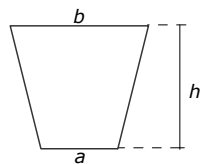
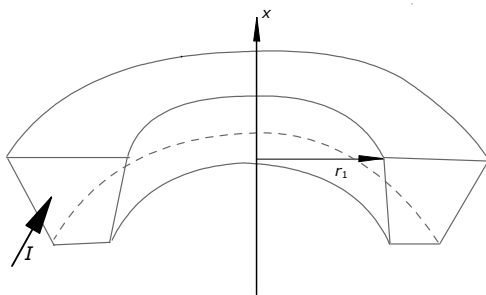
Bild 1: Querschnitt und Perspektive

Bild 2: Fotorealistische Form

Bild 3: Draufsicht

Formel:

a) Berechnen Sie den Leitwert des Bügels zwischen den Stirnflächen unter Verwendung der im Bild gegebenen geometrischen Größen (a , b , α , h , r_1). Verwenden Sie für die Leitfähigkeit in der Formel das Wort kappa statt k und alpha statt α .



- Ansatz

- Lösung

- Wert

Aufgabe

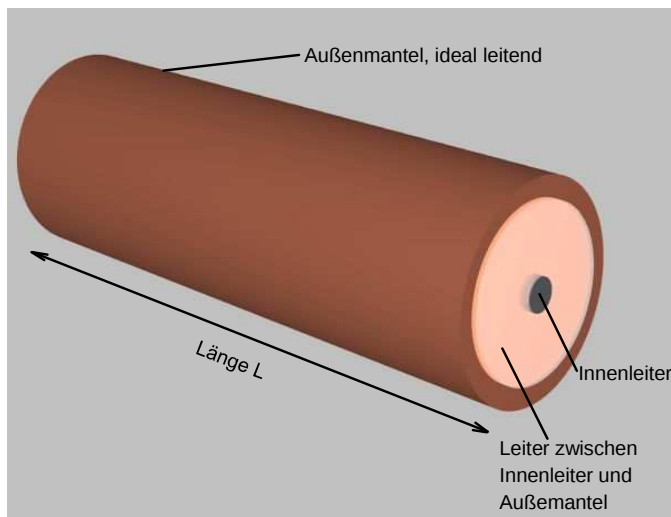
E-2.5.5 Zylinderwiderstand

Der Hohlraum zwischen zwei konzentrischen Zylinderelektroden ist mit einem leitfähigen Medium k gefüllt. Die Elektroden sind ideal leitend.

Der Innenleiter besitzt den Radius r_i , der Außenleiter den Radius r_a . Die Länge beträgt L , an den Elektroden liegt die Spannung U_{ab} .

Formel:

- Wie groß ist der Widerstand $R_{ab}(r_a, r_i, k, L)$?
- Berechnen Sie die elektrische Feldstärke entlang der x-Achse (diese schneidet die Anordnung zentrisch) im Bereich $r_i \leq x \leq r_a$?



- Ansatz
- Lösung
- Wert

Aufgabe

E-2.5.6 Räumlicher Leiter

Gegeben ist ein Leiter in Form eines Bügels aus einem leitfähigen Material der Leitfähigkeit k . Der Querschnitt hat in axialer Richtung die Form eines Trapezes (siehe Bilder). Sein Sektorwinkel ist α . Der Strom fließt in die linke Stirnfläche hinein und aus der rechten heraus.

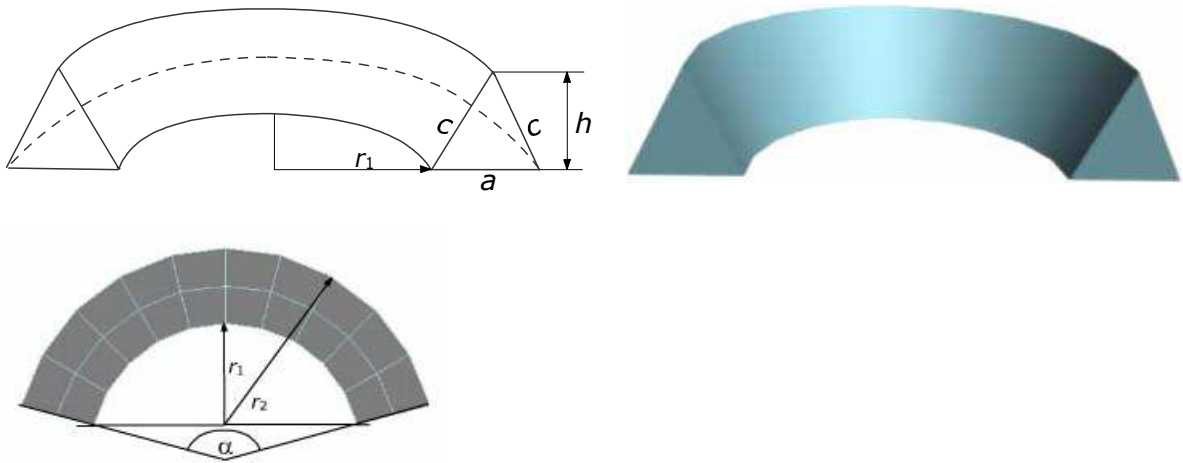
Bild 1: Querschnitt und Perspektive

Bild 2: Volumenmodell

Bild 3: Draufsicht

Formel:

a) Berechnen Sie den Leitwert des Bügels zwischen den Stirnflächen unter Verwendung der im Bild gegebenen geometrischen Größen (a, b, α, h, r_1). Verwenden Sie für die Leitfähigkeit in der Formel das Wort kappa statt k und alpha statt α .



- Ansatz
- Lösung
- Wert

Aufgabe

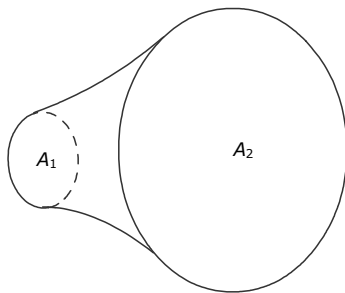
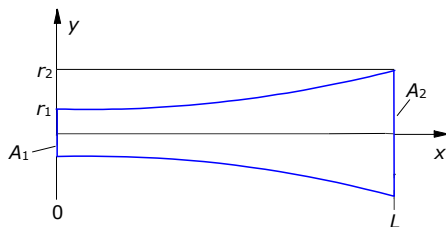
E-2.5.7 Räumlicher Leiter

Gegeben ist ein Leiter mit einer rotationssymmetrischen Form. Dabei ändert sich sein Radius linear über der Länge L von r_1 auf r_2 . Der Leiter ist aus einem Material mit der Leitfähigkeit k .

Der im Bild gezeigt Verlauf der Randlinie ist nur prinzipiell und weist nicht auf eine bestimmte Kurvenform hin!!

Formel:

a) Berechnen Sie den Widerstand R zwischen den Stirnseiten des Leiters. Gehen Sie dabei näherungsweise davon aus, dass die Strömungslinien den Querschnitt an jeder Stelle senkrecht durchsetzen. An jeder Stelle x ist also die Stromdichte über dem Radius y konstant.



- Ansatz
- Lösung
- Wert

Aufgabe

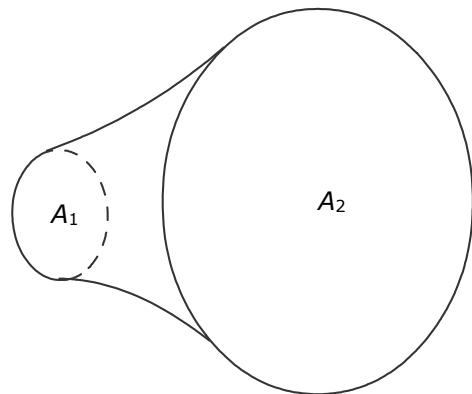
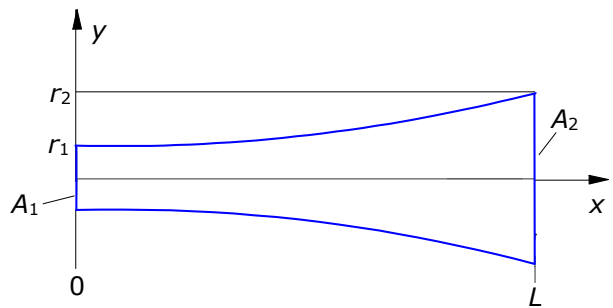
E-2.5.8 Räumlicher Leiter

Gegeben ist ein Leiter mit einer rotationssymmetrischen Form. Dabei ändert sich sein Querschnitt linear über der Länge L von A_1 auf A_2 . Der Leiter ist aus einem Material mit der Leitfähigkeit k .

Der im Bild gezeigte Verlauf der Randlinie ist nur prinzipiell und weist nicht auf eine bestimmte Kurvenform hin!!

Formel:

a) Berechnen Sie den Widerstand R zwischen den Stirnseiten des Leiters aus den Größen A_1 , A_2 , L und k . Gehen Sie dabei näherungsweise davon aus, dass die Strömungslinien den Querschnitt an jeder Stelle senkrecht durchsetzen. An jeder Stelle x ist also die Stromdichte über dem Radius y konstant.



- Ansatz
- Lösung
- Wert

Aufgabe

E-2.5.9 Räumlicher Leiter

Gegeben ist ein Leiter in Form eines Bügels aus einem leitfähigen Material der Leitfähigkeit k . Der Querschnitt hat in radialer Richtung die Form eines Trapezes (siehe Bild). Es ist in radialer Richtung symmetrisch. Sein Sektorwinkel ist α .

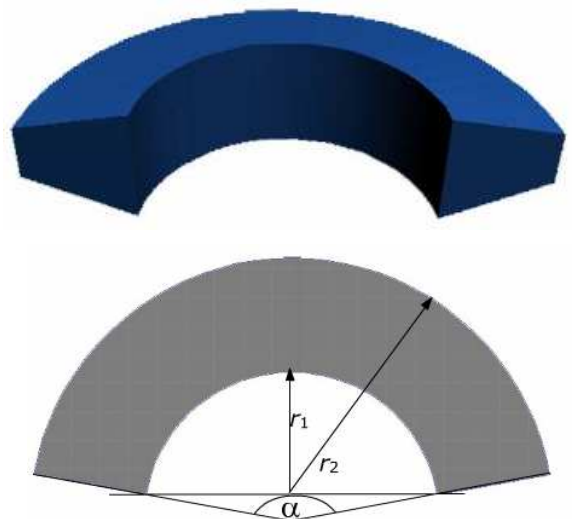
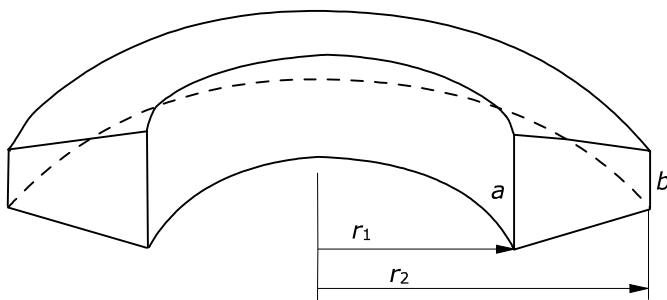
Bild 1: Bügel mit dreieckigen Querschnitt und Bezeichnungen

Bild 2: Bügel in Draufsicht

Bild 3: Bügel in fotorealistischer Ansicht

Formel:

a) Berechnen Sie den Leitwert des Bügels zwischen den Stirnflächen unter Verwendung der im Bild gegebenen geometrischen Größen r_1 , r_2 , a , b und α sowie k . Verwenden Sie für die Leitfähigkeit in der Formel das Wort kappa statt k und alpha statt α .



- Ansatz
- Lösung
- Wert

Aufgabe

E-2.5.10 Räumlicher Leiter

Gegeben ist ein Leiter in Form eines Bügels aus einem leitfähigen Material der Leitfähigkeit k . Der Querschnitt hat in axialer Richtung die Form eines symmetrischen Trapezes (siehe Bilder). Sein Sektorwinkel ist α . Der Strom fließt in die linke Stirnfläche hinein und aus der rechten heraus.

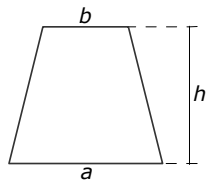
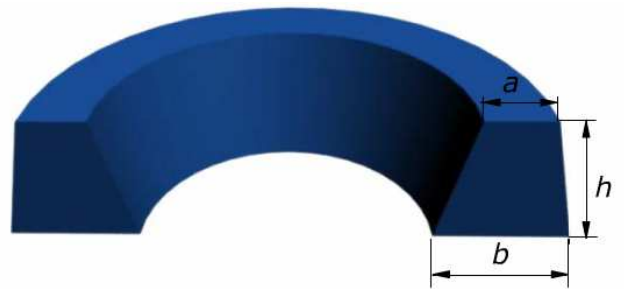
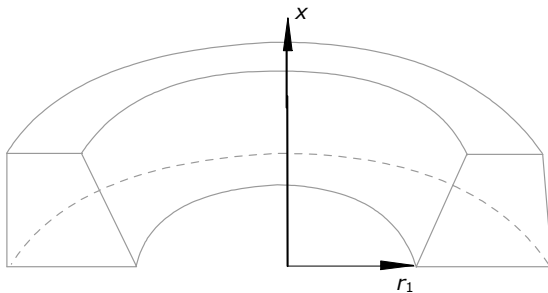
Bild 1: Querschnitt und Perspektive

Bild 2: Volumenmodell

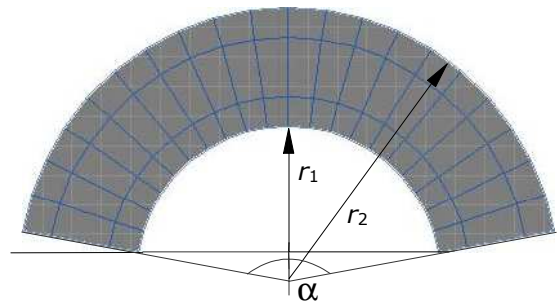
Bild 3: Draufsicht

Formel:

a) Berechnen Sie den Leitwert des Bügels zwischen den Stirnflächen unter Verwendung der im Bild gegebenen geometrischen Größen (a , b , α , h , r_1). Verwenden Sie für die Leitfähigkeit in der Formel das Wort kappa statt k und alpha statt α .



- Ansatz



- Lösung

- Wert

Aufgabe

E-2.5.11 Räumlicher Leiter

Ein Leiter der Länge L besitzt einen sich in axialer Richtung ändernden Querschnitt. Auf der linken Seite ist sein Querschnitt kreisförmig mit dem Radius r_1 . Auf der anderen Seite ist er elliptisch mit den Halbachsen a und b (Morphing). Die Leitfähigkeit k ist konstant. Dabei geht der Radius r_1 jeweils linear in die beiden Halbachsen über.

Allgemein:

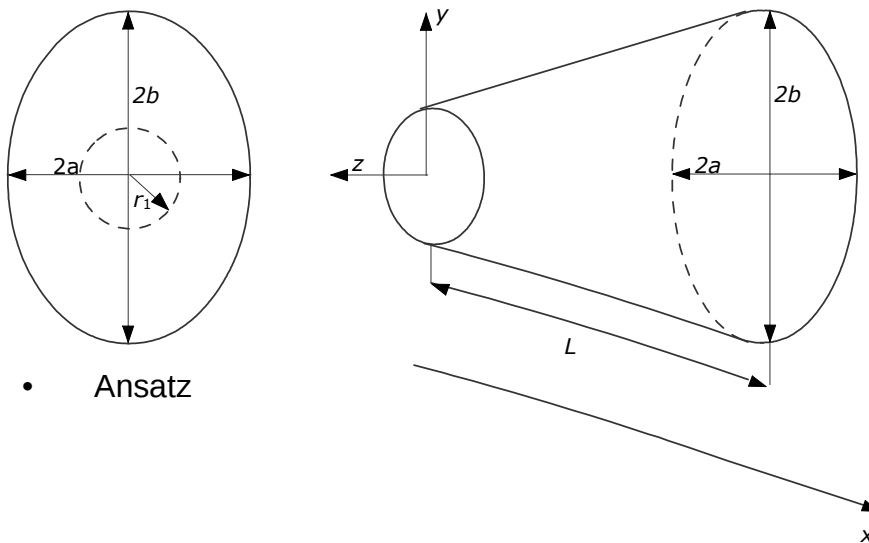
a) Überlegen Sie sich einen Lösungsansatz für das Problem und lassen Sie anfallende Integrale mit Hilfe eines Mathematiktools ausrechnen.
Zur Vereinfachung gehen Sie davon aus, dass die Stromdichtelinien über gesamten Länge den jeweiligen Querschnitt senkrecht durchsetzen, was eigentlich nicht der Fall ist!

Formel:

a) Berechnen Sie den Widerstand zwischen den Anschlüssen (Stirnflächen) unter der Voraussetzung, dass $r_1 = a$ ist. Für k setzen Sie bitte kappa ein.

Hinweis:

Setzen Sie ein gebräuchliches Verfahren zur Berechnung räumlicher Leiter ein, welches unter der angenommenen Vereinfachung funktioniert.



- Ansatz

- Lösung

- Wert

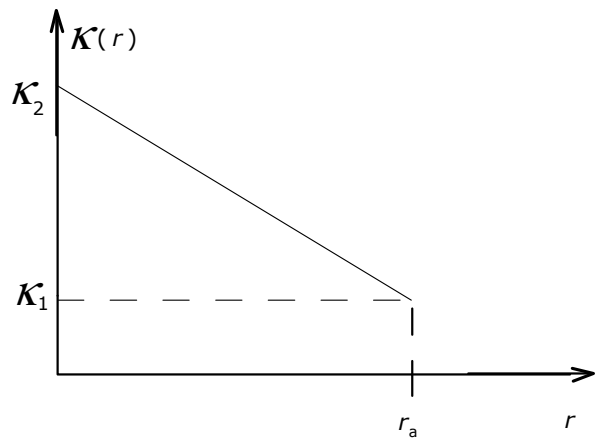
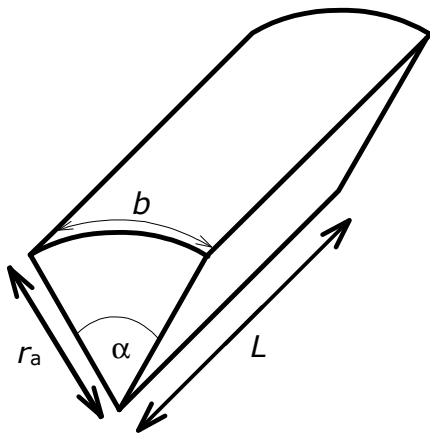
Aufgabe

E-2.5.12 Räumlicher Leiter

Ein prismatischer Leiter mit einem sektorförmigen Querschnitt wird in axialer Richtung von einem Strom durchflossen. Die Leitfähigkeit des Materials ist nicht konstant, sondern ändert sich linear über dem Radius (Bild 2).

Formel:

a) Berechnen Sie den Widerstand des Leiters zwischen den planparallelen Anschlüssen aus den Größen r_a , L , α , k_1 und k_2 . Verwenden Sie in der Formel bitte κ_1 und κ_2 zur Bezeichnung der Leitfähigkeiten und α für den Winkel.



- Ansatz
- Lösung
- Wert

Aufgabe

E-2.5.13 Räumlicher Leiter

Gegeben ist ein Leiter in Form eines Bügels aus einem leitfähigen Material der Leitfähigkeit k . Der Querschnitt hat in radialer Richtung die Form eines Trapezes (siehe Bild). Es ist in radialer Richtung symmetrisch. Sein Sektorwinkel ist α .

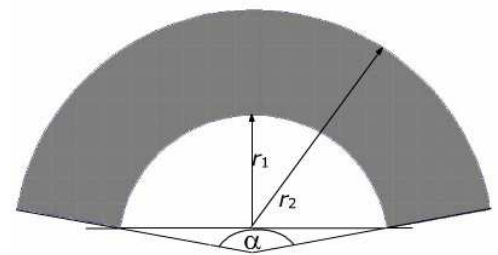
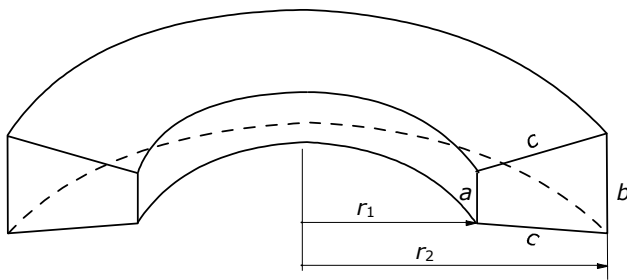
Bild 1: Bügel mit dreieckigen Querschnitt und Bezeichnungen

Bild 2: Bügel in Draufsicht

Bild 3: Volumenmodell

Formel:

a) Berechnen Sie den Leitwert des Bügels zwischen den Stirnflächen unter Verwendung der im Bild gegebenen geometrischen Größen r_1 , r_2 , a , b und α sowie k . Verwenden Sie für die Leitfähigkeit in der Formel das Wort kappa statt k und alpha statt α .



- Ansatz
- Lösung
- Wert

Aufgabe

E-2.5.14 Räumlicher Leiter

Gegeben ist ein Leiter in Form eines Bügels aus einem leitfähigen Material der Leitfähigkeit k . Der Querschnitt hat in radialer Richtung die Form eines gleichschenkligen Dreiecks, wobei die Spitze nach außen zeigt. Es ist in radialer Richtung symmetrisch. Sein Sektorwinkel ist α .

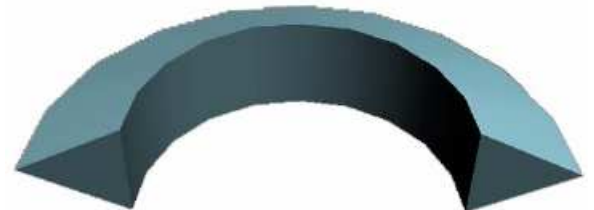
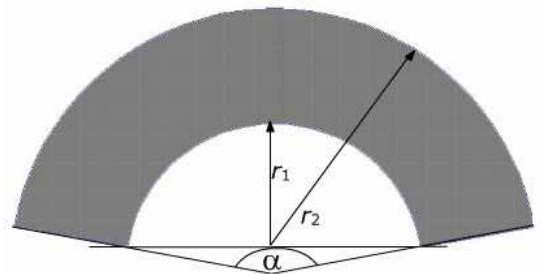
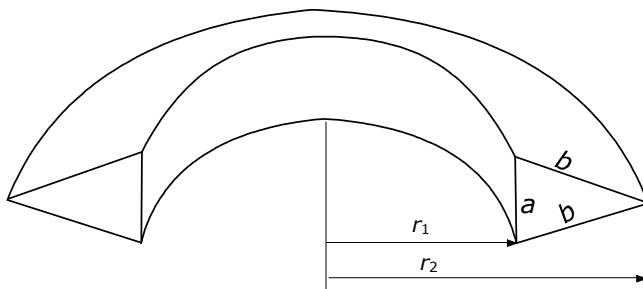
Bild 1: Bügel mit dreieckigen Querschnitt und Bezeichnungen

Bild 2: Bügel in Draufsicht

Bild 3: Volumenmodell

Formel:

a) Berechnen Sie den Leitwert des Bügels zwischen den Stirnflächen unter Verwendung der im Bild gegebenen geometrischen Größen r_1 , r_2 , a und α sowie k . Verwenden Sie für die Leitfähigkeit in der Formel das Wort kappa statt k und α statt α .



- Ansatz
- Lösung
- Wert

Aufgabe

E-2.5.15 Räumlicher Leiter

Gegeben ist ein Leiter in Form eines Bügels aus einem leitfähigen Material der Leitfähigkeit k . Der Querschnitt hat in radialer Richtung die Form eines gleichschenkligen Dreiecks, wobei das Dreieck nach innen auf der Spitze steht. Es ist in radialer Richtung symmetrisch. Sein Sektorwinkel ist α .

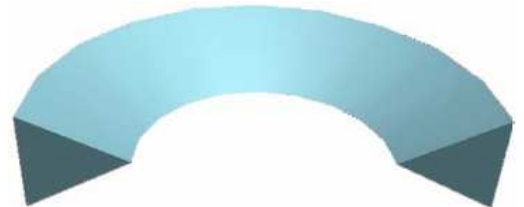
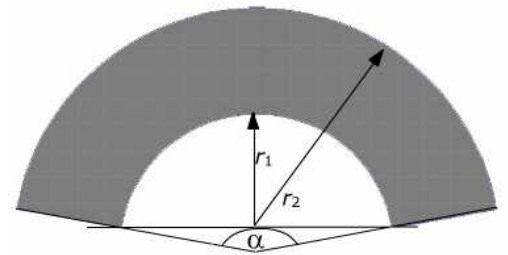
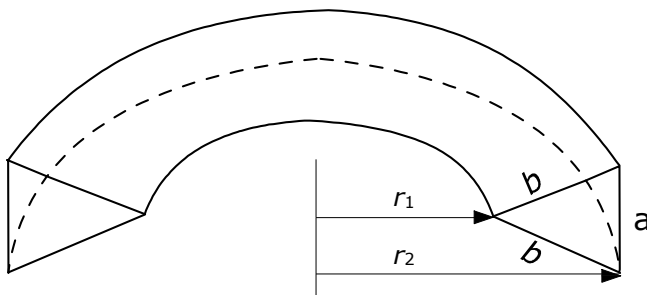
Bild 1: Bügel mit dreieckigen Querschnitt und Bezeichnungen

Bild 2: Bügel in Draufsicht

Bild 3: Bügel in fotorealistischer Ansicht

Formel:

a) Berechnen Sie den Leitwert des Bügels zwischen den Stirnflächen unter Verwendung der im Bild gegebenen geometrischen Größen r_1 , r_2 , a und α sowie k . Verwenden Sie für die Leitfähigkeit in der Formel das Wort kappa statt k und alpha statt α .



- Ansatz
- Lösung
- Wert

Aufgabe

E-2.5.16 Räumlicher Leiter

Gegeben ist ein Leiter in Form eines Bügels aus einem leitfähigen Material der Leitfähigkeit k . Der Querschnitt hat in axialer Richtung die Form eines Trapezes (siehe Bilder). Sein Sektorwinkel ist α . Der Strom fließt in die linke Stirnfläche hinein und aus der rechten heraus.

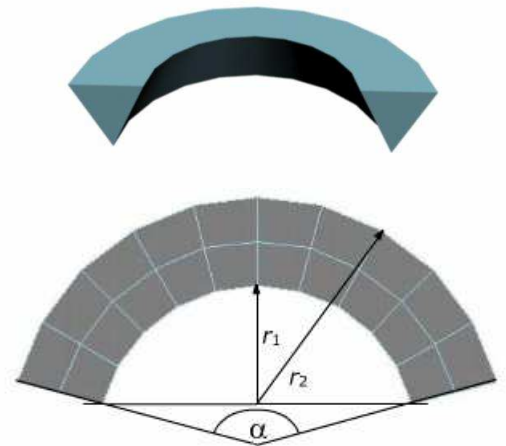
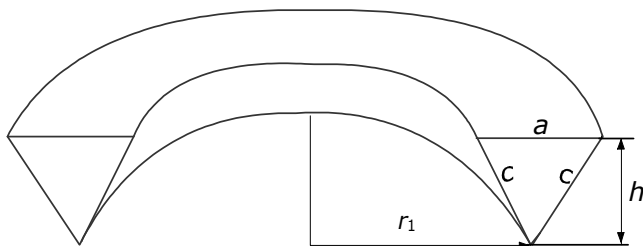
Bild 1: Querschnitt und Perspektive

Bild 2: Volumenmodell

Bild 3: Draufsicht

Formel:

a) Berechnen Sie den Leitwert des Bügels zwischen den Stirnflächen unter Verwendung der im Bild gegebenen geometrischen Größen (α , a , h , r_1 , r_2). Verwenden Sie für die Leitfähigkeit in der Formel das Wort kappa statt k und alpha statt α .



- Ansatz
- Lösung
- Wert

Aufgabe

E-2.5.0 Räumlicher verteilter Leiter

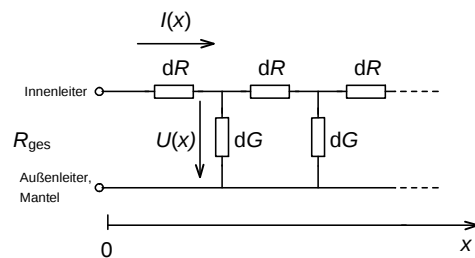
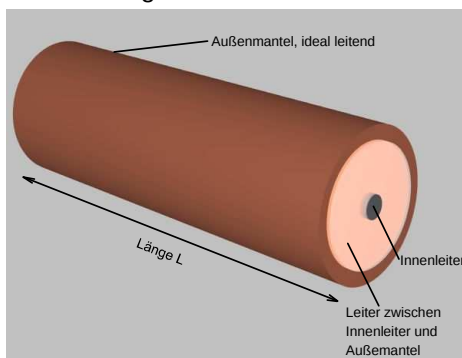
Stellen Sie sich einen räumlich ausgedehnten Leiter vor, der aus einem Längsteil und einem Querteil besteht (siehe Bild 2). Der Querteil, also alle Teilleitwerte dG , sind mit einem idealen Leiter, dem Außenleiter oder Mantel verbunden. Der eine Anschluss des Innenleiters bildet den einen Anschluss, der Mantel den anderen Anschluss der Gesamtanordnung. Als Beispiel haben wir in Bild 1 eine koaxiale Anordnung gewählt (Koaxialleiter), aber die Geometrie spielt eigentlich keine Rolle, wenn man das dR bzw. das dG kennt.

Ihre Aufgabe besteht nun darin, den Widerstand an den Anschlussklemmen für den Fall zu ermitteln, dass der Leiter **unendlich** lang ist. Dazu gehen Sie wie folgt vor:

Stellen Sie für eine Masche die Maschengleichung auf, $U(x+dx) = U(x) - \dots$ und für einen Knoten die Knotengleichung $I(x+dx) = I(x) - \dots$. Die "Teilwiderstände" dR und Leitwerte dG ergeben sich aus dem jeweils längenbezogenen Wert R' und G' multipliziert mit der Länge dx . Durch geschicktes Differenzieren einer Gleichung und Einsetzen in die andere, erhalten Sie eine Differentialgleichung, die Sie mit dem Lösungsansatz für eine homogene, lineare DGL zweiter Ordnung.

Formel:

a) Wie groß ist der Widerstand an den Klemmen $R = f(R, G)$. Verwenden Sie zur Formeleingabe statt R' und G' R und G .



- Ansatz

- Lösung

- Wert

Aufgabe

E-2.6 Widerstands- und Kapazitätsberechnung

Zwischen zwei konzentrischen Zylinderelektroden mit der Länge L , an denen eine Spannung U liegt, befindet sich in der linken Hälfte ein leitfähiges Medium (k , ϵ_r) und in der rechten Luft.

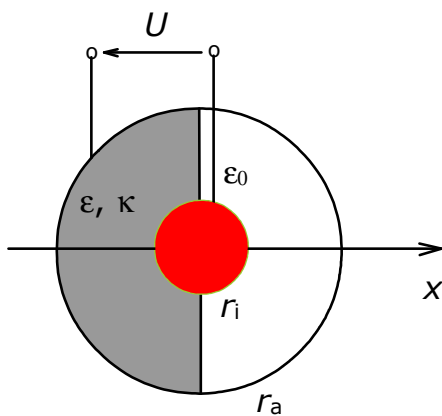
$r_i = 1 \text{ cm}$, $r_a = 2 \text{ cm}$, $L = 10 \text{ cm}$, $k = 2 \text{ S/m}$, $\epsilon_r = 2$

Allgemein:

- Wie verlaufen Stromdichte J , Verschiebungsflussdichte D , Feldstärke E und das Potenzial φ entlang der x-Achse?
- Wie sieht das Ersatzschaltbild der Anordnung aus?

Rechnung:

- Wie groß ist der Gesamtwiderstand der Anordnung?
- Wie groß ist die Kapazität?



- Ansatz
- Lösung
- Wert