

Eine lange Leitung ist durch die konstanten Beläge L' der Induktivität, C' der Kapazität und R' des Längswiderstandes gekennzeichnet. Der Querleitbelag braucht nicht berücksichtigt zu werden.

- (i) Leiten Sie die Leitungsgleichungen aus der Ersatzschaltung eines kurzen Leitungselementes ab.
- (ii) Am Eingang der modellhaft einseitig unendlich langen Leitung liegt die Sinusspannung

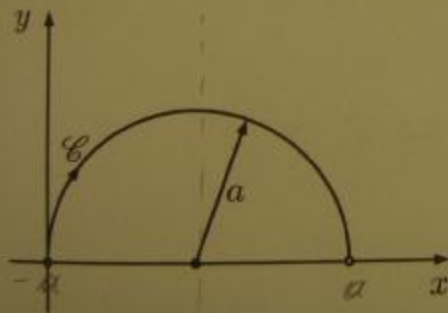
$$U(0, t) = \hat{U} \cos(\omega t).$$

Geben Sie die zugehörige, eingeschwungene Stromverteilung entlang der Leitung in reeller Form an.

1

Angenommen, \vec{F} ist ein homogenes Vektorfeld im euklidischen Raum. Wählen Sie einen Ursprung O , legen Sie die z -Achse in Richtung von \vec{F} (d.h. $\vec{F} = F \vec{e}_z$) und geben Sie dann die Entwicklung von \vec{F} nach den orthonormierten Basisvektoren von Kugelkoordinaten mit der z -Achse als Polarachse an.

2



Berechnen Sie das Integral

$$I = \int_C \vec{f}(\vec{r}) \cdot d\vec{r}$$

des bezogenen Vektorfeldes

$$\vec{f}(\vec{r}) = \frac{y}{a} \vec{e}_x - \frac{x}{a} \vec{e}_y, \quad a = \text{const.},$$

entlang des Halbkreises C .

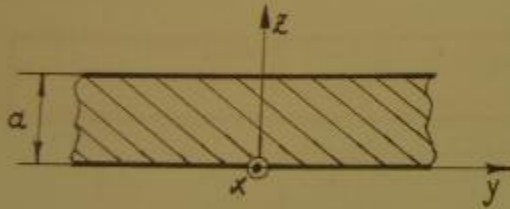
3

In einem räumlichen Bereich \mathcal{V} , der kein magnetisierbares Material enthält, ist mit Bezug auf Kreiszyylinderkoordinaten (ρ, α, z) das (quasi-) stationäre magnetische Vektorpotential

$$\vec{A} = a\alpha \vec{e}_\rho + (b + c\rho^2) \vec{e}_z$$

mit Konstanten a , b und c bekannt. Berechnen Sie die zugehörige Stromverteilung im Inneren von \mathcal{V} .

4



Eine Schicht $0 \leq z \leq a$ trägt die Magnetisierung

$$\vec{M} = \begin{cases} (1-z/a)M_0 \vec{e}_x & \text{für } 0 \leq z \leq a, \\ \vec{0} & \text{für } z < 0 \text{ und für } z > a, \end{cases}$$

unabhängig von x und y . Berechnen Sie die vollständige fiktive Stromverteilung.

5

Welche Beziehung besteht zwischen dem Potenzial $\tilde{\Phi}$ bezüglich des Laborsystems und dem Potenzial $\tilde{\Phi}'$ bezüglich eines anderen Koordinatensystems, das sich gegenüber dem Laborsystem mit der Geschwindigkeit \vec{v} bewegt, wenn Sie die die Transformation der Gleichungen

- (1) des Potenzial elektrischer Felder, und
- (2) des Potenzial magnetischer Felder, verwenden?

6

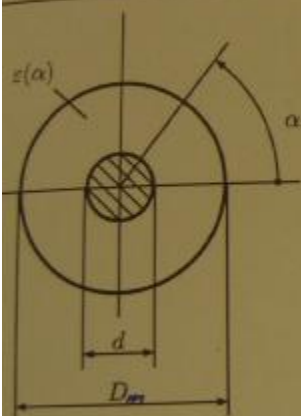
Genügt eine in ebenen Polarkoordinaten dargestellte Funktion $\varphi_1(\varrho, \alpha)$ der Laplace - Gleichung, so erfüllt auch die Funktion

$$\varphi_2(\varrho, \alpha) = \varphi_1(a^2/\varrho, \alpha)$$

die Laplace - Gleichung in ebenen Polarkoordinaten.

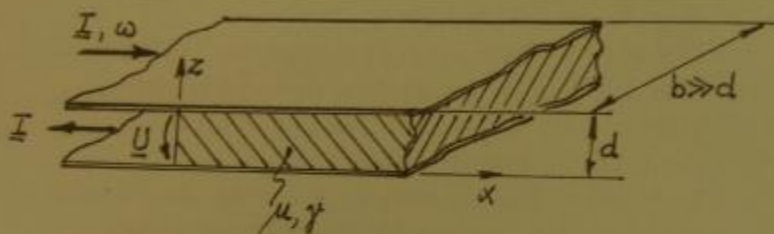
Angenommen, φ_1 ist das Skalarpotential eines homogenen elektrostatischen Feldes mit einer x - gerichteten elektrischen Feldstärke.

- (i) Bestimmen Sie das zu φ_2 gehörende elektrostatische Feld für den Bereich $\varrho > 0$.
- (ii) Durch welche Ladungsverteilung könnte das zu φ_2 gehörende Feld erzeugt werden?



Der Feldraum einer Koaxialleitung ist mit einem Dielektrikum ausgefüllt, dessen Permittivität von der Winkelkoordinate, nicht aber von der Radialkoordinate abhängt. Leiten Sie einen allgemeinen Ausdruck ab, mit dem sich bei bekannten Durchmessern und einer gegebenen Funktion $\varepsilon(\alpha)$ der Kapazitätsbelag der Leitung berechnen lässt.

8



Über zwei ideal leitfähige Streifen wird der Platte ein Sinusstrom zugeführt. Bestimmen Sie, ausgehend von der Lösung

$$\vec{J}(x, t) = \text{Re}[\hat{J}_0 e^{j\omega t - (1+j)x/\delta}] \vec{e}_z, \quad \delta = \sqrt{2/(\mu\gamma\omega)},$$

der Diffusionsgleichung für die Stromverteilung, die Impedanz $\underline{Z} = \underline{U}/\underline{I}$ und skizzieren Sie die Frequenzabhängigkeit von $|\underline{Z}|$.

9

Für die Ausbreitung ebener elektromagnetischer Sinuswellen in einem ionisierten Gas geringer Dichte läßt sich die Beziehung

$$k^2 = \frac{4\pi^2}{\lambda_0^2} [1 - (f_p/f)^2]$$

ableiten, in der k die Kreiswellenzahl, f die Frequenz, f_p die charakteristische Plasmafrequenz und λ_0 die zur Frequenz f im leeren Raum gehörende Wellenlänge bedeuten.

Berechnen und skizzieren Sie den Verlauf

- (i) der Phasengeschwindigkeit
- (ii) der Gruppengeschwindigkeit

mit der Frequenz f . Was passiert für $f < f_p$?