Technische Universität Berlin Fachgebiet Theoretische Elektrotechnik	**Prüfungen** in Theoretischer Elektrotechnik
Semester: SS 2008	Tag der Prüfung: 31.07.2008

Prüfung

im Fach

TET I

Name: ....

Vorname: ....

Matr.-Nr.: ....

Studiengang: ....

⇑ *bitte in Druckbuchstaben ausfüllen* ⇑

Bitte beachten Sie auch die Hinweise auf der Rückseite!

Aufgabe	**A1** (2)	**A2** (2)	**A3** (3)	**A4** (2)	**A5** (3)	**A6** (3)	**A7** (3)
Punkte							
Aufgabe	**B1** (5)	**B2** (5)	**B3** (6)	**B4** (6)	**B5** (5)	Σ P	Note
Punkte							

HINWEISE

(bitte vor Beginn sorgfältig lesen!)

a) Prüfen Sie, ob Ihr Klausurexemplar vollständig ist. Es muß aus insgesamt 8 Blättern bestehen (1 Deckblatt, 2 Blätter mit den Aufgaben A1 bis A7, jeweils 1 Blatt für die Aufgaben B1 bis B5). **Falls Sie ein unvollständiges Klausurexemplar erhalten haben, lassen Sie sich bitte ein einwandfreies Exemplar aushändigen.**

b) Tragen Sie auf dem Deckblatt Ihren Vornamen, Namen und die Matrikelnummer ein.

c) Sie haben 120 Minuten Zeit für die Bearbeitung der Aufgaben. Es sind maximal 45 Punkte erreichbar.

d) Verwenden Sie zur Lösung der Aufgaben nur den unter den Fragen freigelassenen Raum (bei den Fragen B1 bis B5 evt. auch die Rückseite). **Es werden beim Einsammeln keine Extrablätter angenommen!**

e) Achten Sie darauf, daß der Lösungsweg für den Korrektor nachvollziehbar ist.

f) Es sind **keinerlei Hilfsmittel** außer einem Schreibstift gestattet. Verwenden Sie aber bitte **keinen Bleistift**.

g) Die Teilnahme an dieser Klausur setzt eine **Anmeldung beim Prüfungsamt** voraus. Sollte diese nicht vorliegen, so kann die Klausur nicht benotet werden.

Bitte bestätigen Sie durch Ihre Unterschrift, daß Sie die Hinweise gelesen und verstanden haben.

Datum: ....

Unterschrift: ....

Aufgabe A1

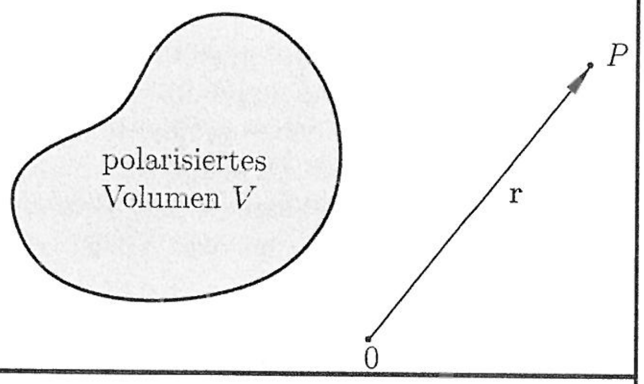
Ersetze im GAUSSschen Integralsatz das Vektorfeld $\mathbf{A}(\mathbf{r})$ durch den Ausdruck

$$\mathbf{A}(\mathbf{r}) = \phi(\mathbf{r})\nabla\psi(\mathbf{r}) ,$$

wobei $\phi(\mathbf{r})$ und $\psi(\mathbf{r})$ stetig differenzierbare, skalare Ortsfunktionen sind und vereinfache das Resultat für den Fall, daß $\psi(\mathbf{r})$ die LAPLACEgleichung erfüllt.

Aufgabe A2

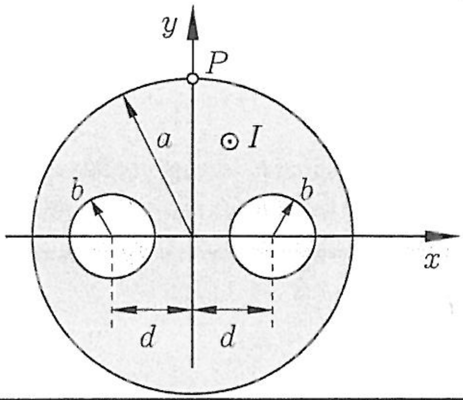
Gegeben ist ein polarisiertes Volumen V mit der Polarisation $\mathbf{P}(\mathbf{r}')$. Wie berechnet man das elektrostatische Potential im Punkt P? Die zur Berechnung notwendigen Größen sind in das Bild einzuzeichnen.
Man gebe außerdem die Einheit der Polarisation an.



Aufgabe A3

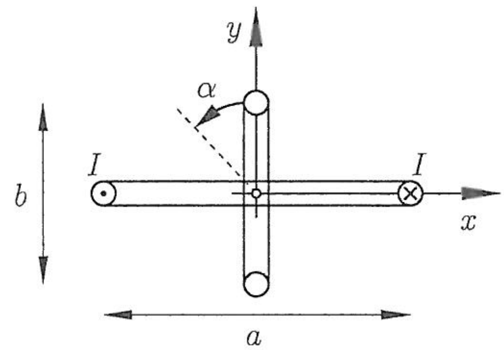
Ein massiver, unendlich langer Kupferleiter mit dem Radius a weist an den Stellen $x = \pm d$, $y = 0$ zwei symmetrische Bohrungen mit dem Radius b auf. Durch den Leiter fließt ein Gleichstrom I.

Wie groß ist das magnetische Feld $\mathbf{H}$ im Punkt P auf der Leiteroberfläche $x = 0$, $y = a$?



Aufgabe A4

Gegeben ist eine ortsfeste, quadratische Leiterschleife der Kantenlänge a und mit dem Gleichstrom I sowie eine drehbar gelagerte, quadratische Leiterschleife der Kantenlänge $b < a$. Die zunächst stromlose, drehbare Leiterschleife wird nun aus ihrer Ruhelage um den Winkel α gedreht.



Es ist die Richtung des dabei induzierten Stromes und des auf die drehbare Leiterschleife wirkenden Drehmomentes anzugeben und mit Hilfe der LENZschen Regel zu begründen.

Aufgabe A5

Zeige mit Hilfe des komplexen Energiesatzes, daß der *innere Wechselstromwiderstand* eines massiven guten Leiters aus dem komplexen POYNTINGschen Vektor $\mathbf{S}_k = \frac{1}{2}(\mathbf{E} \times \mathbf{H}^*)$ in der Form

$$Z_i = R_i + \mathrm{j}\omega L_i = -\frac{1}{I_{\text{eff}}^2} \oint_O \mathbf{S}_k \cdot \mathrm{d}\mathbf{O}$$

durch Integration über die Leiteroberfläche O berechnet werden kann. I_{eff} ist dabei der Effektivwert des im Leiter fließenden Wechselstromes.

Aufgabe A6

Es sei a der Radius eines magnetischen Dipolstrahlers mit dem Strom $I_0 \cos \omega t$ und Δz die Länge eines HERTZschen Dipols mit den Ladungen $\pm Q_0 \cos \omega t$.

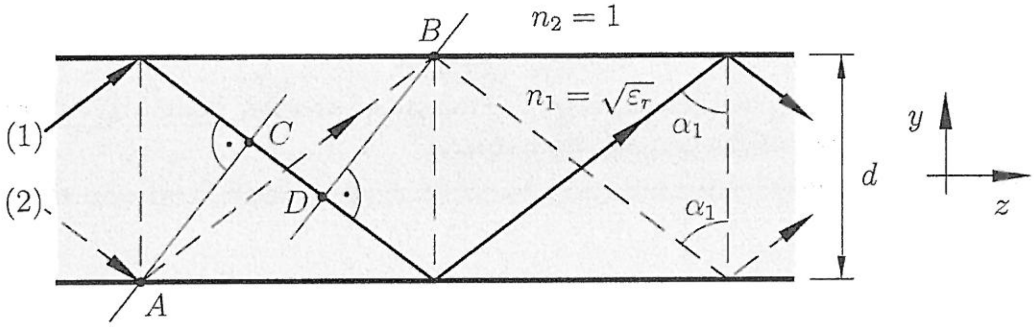
a) Welche Feldkomponenten von $\mathbf{E}$ und $\mathbf{H}$ dominieren im Fernfeld des elektrischen bzw. magnetischen Dipolstrahlers?

b) Gib für den Fall vergleichbarer Parameter, also $I_0 = \omega Q_0$ und $\pi a \approx \Delta z$, die Frequenzabhängigkeit des Verhältnisses der mittleren Strahlungsleistung $\overline{P}_S^e$ des elektrischen zur mittleren Strahlungsleistung $\overline{P}_S^m$ des magnetischen Dipols an.

c) Welcher Dipol erzeugt die höhere Strahlungsleistung?

Aufgabe A7

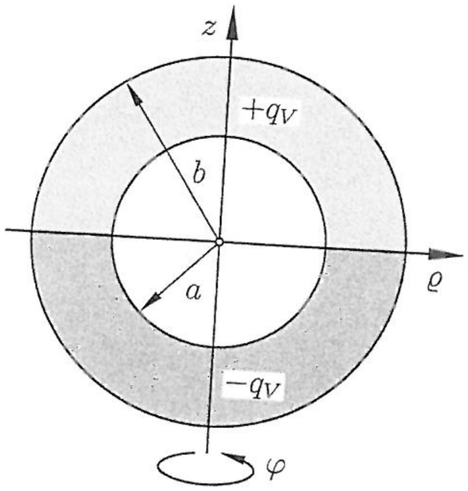
Gegeben ist eine dielektrische Platte der Dicke d und mit dem Brechungsindex $n_1 = \sqrt{\varepsilon_r}$. Der Reflexionsfaktor an der Trennfläche zum umgebenden Luftraum sei $r \exp(j\varphi_r)$.



Ausgehend von den Phasenänderungen der sich im Bild zickzackförmig ausbreitenden Wellen (1) und (2) entlang der Strecken $\overline{AB}$ und $\overline{CD}$ ist eine Bedingung für den Reflexionswinkel α_1 aufzustellen, so daß sich resultierend ein konstantes in z-Richtung laufendes Wellenbild ergibt.

Aufgabe B1

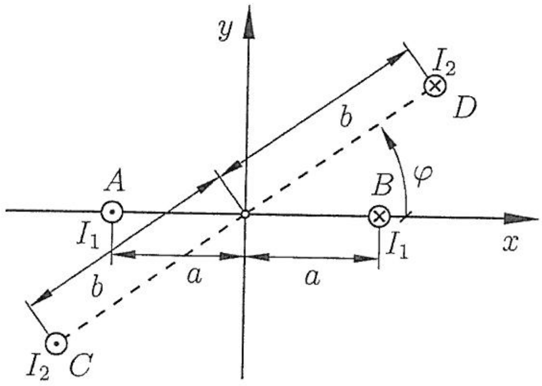
Gegeben ist eine hohlkugelförmige Raumladung mit dem Innenradius a und dem Außenradius b. Die Raumladungsdichte in der oberen Hälfte der Hohlkugel sei $+q_V$ und in der unteren Hälfte $-q_V$.



Es ist die elektrische Feldstärke $\mathbf{E}$ im Koordinatenursprung $\varrho = z = 0$ zu bestimmen.

Aufgabe B2

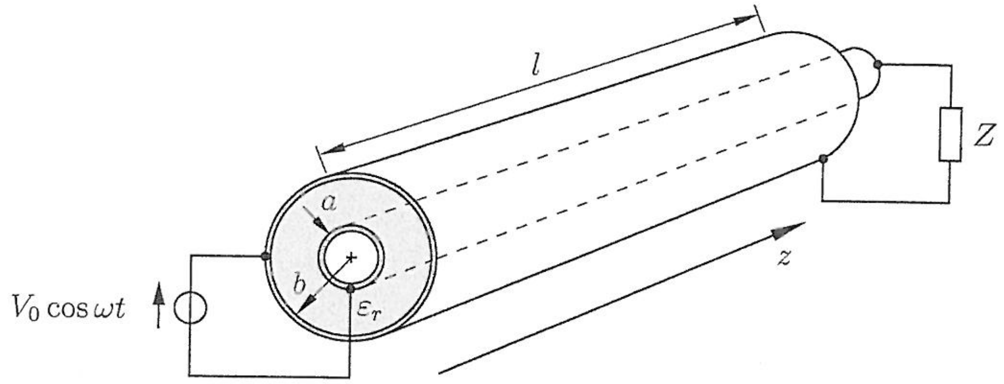
Zwei unendlich lange, dünne Leiter A und B an den Orten $(\pm a, 0)$ bilden die Stränge einer Doppelleitung. Eine weitere Doppelleitung CD, deren Leiter den Abstand $2b$ voneinander aufweisen, sei gemäß Abbildung gegenüber der Leitung AB um den Winkel φ verdreht.



Man bestimme die Gegeninduktivität pro Längeneinheit zwischen den beiden von den Gleichströmen I_1 und I_2 durchflossenen Doppelleitungen, wobei der Radius der Einzelleiter gegenüber den übrigen Abmessungen des Systems zu vernachlässigen ist.

Aufgabe B3

Zwei dünnwandige, ideal leitende Hohlzylinder mit den Radien a und b bilden eine koaxiale Zweidrahtleitung der Länge $l \gg b$. Der Bereich zwischen den Zylindern sei mit homogenem, verlustfreiem Dielektrikum ε_r gefüllt. Die Leitung wird am Eingang mit einer Wechselspannung $V_0 \cos \omega t$ betrieben und mit einer Impedanz Z abgeschlossen.



a) Berechne unter Vernachlässigung der Randeffekte an den Kabelenden die Kapazität pro Längeneinheit der Leitung C' mit Hilfe des GAUSSschen Gesetzes der Elektrostatik.

b) Wie läßt sich der Induktivitätsbelag L' aus dem Kapazitätsbelag C', und der Phasengeschwindigkeit der Leitungswelle ermitteln?

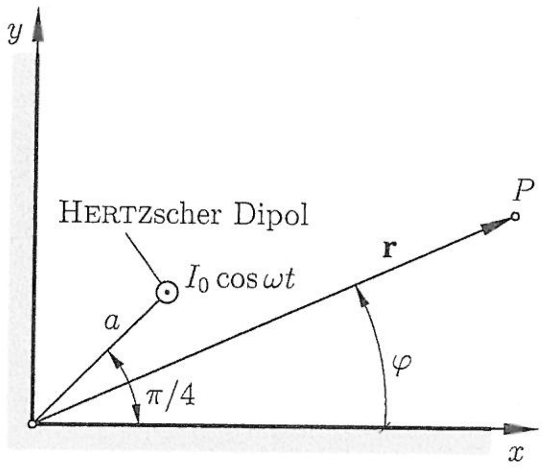
c) Wie lauten bei zeitharmonischen Vorgängen die Leitungsgleichungen in Phasorschreibweise für den Strom $I(z)$ und die Spannung $V(z)$ entlang des betrachteten Koaxialkabels?

d) Wie groß muß die Abschlußimpedanz Z sein, um die Reflexion der Leitungswelle am Kabelende zu unterdrücken?

e) Bestimme die Länge l so, daß sich bei kurzgeschlossener Leitung, d.h. $Z = 0$, eine stehende Welle mit genau zwei Spannungsknoten ausbildet.

Aufgabe B4

Vor den perfekt leitenden Ebenen $x = 0$ und $y = 0$ befindet sich im Abstand a vom Ursprung unter dem Winkel $\pi/4$ ein z-gerichteter HERTZscher Dipol der Länge Δs und mit dem Strom $I_0 \cos \omega t$.

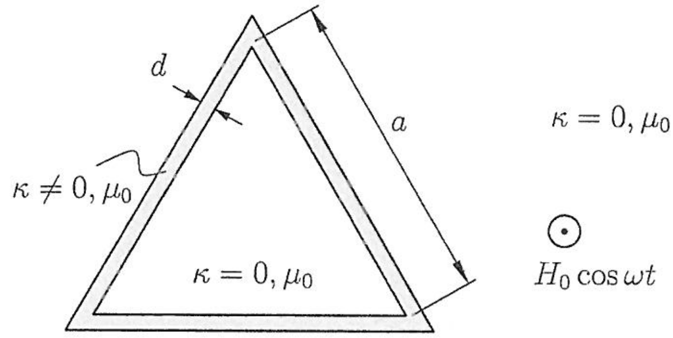


Berechne den zeitlichen Mittelwert der Energieflußdichte in der Ebene $z = 0$ für einen weit entfernten Punkt P mit $r \gg a$ (Fernfeldnäherung).

Hinweis: verwende die Beziehung $\cos(\alpha - \beta) - \cos(\alpha + \beta) = 2 \sin \alpha \, \sin \beta$.

Aufgabe B5

Gegeben ist ein unendlich langer, dünnwandiger, leitender, gleichseitiger Dreieckzylinder mit der Kantenlänge a und der Wandstärke $d \ll a$. Bestimme die magnetische Feldstärke innerhalb des Zylinders, wenn dieser einem ursprünglich homogenen, quasistationären magnetischen Wechselfeld der Stärke $H_0 \cos \omega t$ parallel zur Zylinderachse ausgesetzt wird.



Hinweise: Verschiebungsströme dürfen vernachlässigt werden. Außerdem soll die Skineindringtiefe sehr viel größer als die Leiterdicke sein.