INSTITUT FÜR THEORETISCHE PHYSIK
TECHNISCHE UNIVERSITÄT BRAUNSCHWEIG

Prof. Dr. W. Brenig
Dipl.-Phys. F. Heidrich-Meisner

KLASSISCHE FELDTHEORIE — SoSe 2003

17. Übungsblatt — Abgabe: **Dienstag, den 8.7.2003, 11.25 Uhr**

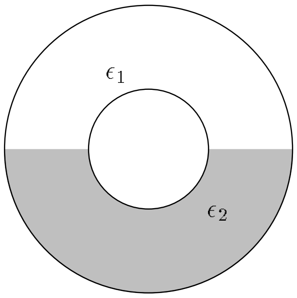
57. **Induktionskoeffizienten I**
Gegeben seien zwei unendlich lange und dicht gewickelte Spulen mit N_1 bzw N_2 Windungen pro Länge L und Radien $R_1 < R_2$. Die Spulen werden von den Strömen I_1 bzw. I_2 durchflossen. Die Spulenachse sei die x_3-Achse. Bestimmen Sie zunächst die Gesamtenergie der Anordnung im Volumen $\{\vec{r}\,|\,0 < x_3 < L, \sqrt{x_1^2 + x_2^2} \leq R_2\}$ und leiten Sie daraus die Selbst- und Gegeninduktionskoeffizienten pro Länge ab.

58. **Biot-Savart Gesetz I**
Bestimmen Sie mit Hilfe des Biot-Savart Gesetzes das Magnetfeld, das von einem konstanten Strom I erzeugt wird, der in einem infinitesimal dünnen Draht fließt, wobei der Draht als Quadrat geformt ist. Vergleichen Sie mit Ihrem Ergebnis aus Aufgabe 52, indem Sie die Feld im Fernfeld auf der x_3-Achse betrachten, wobei $\vec{e}_3$ senkrecht auf der Quadratfläche steht und die x_3-Achse durch den Mittelpunkt des Quadrates verläuft.

59. **Entmagnetisierungsfaktor**
Eine Kugel mit Radius R sei mit $\vec{M} = M_0\vec{e}_1$ magnetisiert. Im Inneren wird dadurch ein $\vec{M}$ *entgegengesetztes* Feld $\vec{H}_i = H_i\vec{e}_1$ erzeugt (Entmagnetisierung). Zeigen Sie, dass die Randbedingungen für $\vec{B}$ und $\vec{H}$ erfüllt werden können, wenn man annimmt, dass das Feld $\vec{H}_a$ dem eines Dipols $\vec{m} = (4\pi R^3/3)\vec{M}$ entspricht. Berechnen Sie den Entmagnetisierungsfaktor $N = -H_i/(4\pi M_0)$.
Hinweis: leiten Sie zunächst die Randbedingungen an Grenzflächen für $\vec{H}$ und $\vec{B}$ aus den Maxwellschen-Gleichungen in Materie ab.

60. **Kondensator mit Dielektrikum**

Ein Kugelkondensator mit Innenradius R_i und Außenradius R_a sei zur Hälfte mit Luft $\epsilon_1 \approx 1$ und zur Hälfte mit einem Dielektrikum mit $\epsilon_2 \neq 1$ gefüllt (siehe Skizze). Ermitteln Sie die dielektrische Verschiebungsdichte $\vec{D}$ und das elektrische Feld $\vec{E}$ im Inneren des Kondensators. Die Kondensatorplatten tragen die Ladungen Q bzw. $-Q$. Geben Sie die Kapazität an.



Hinweis: Leiten Sie zunächst die Randbedingungen an Grenzflächen für $\vec{E}$ und $\vec{D}$ aus den Maxwellschen-Gleichungen in Materie ab. Nehmen Sie weiter an, dass die Felder an der Grenzfläche tangential zu dieser verlaufen. Überlegen Sie sich, welche Ladungen auf den beiden Kondensatorhälften gespeichert sind. Beachten Sie, dass die Ladungen auf der inneren bzw. äußeren Platte nicht homogen verteilt sind!.

Bitte wenden! →

61. **Homogen magnetisierter Stab (Zusatzaufgabe,** *freiwillige Aufgabe***)**
Ein zylindrischer Stab (Länge $2L$, Radius R) sei in Längsrichtung homogen magnetisiert.

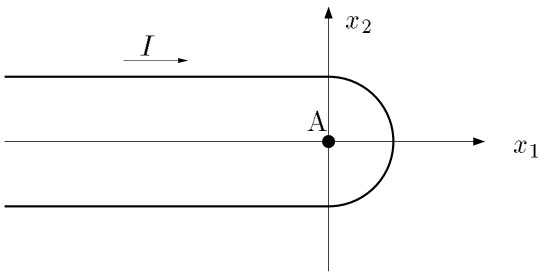
(a) Zeigen Sie allgemein, dass die magnetische Feldstärke $\vec{H}$ ein skalares Potential Ψ besitzt, wenn keine Ströme $\vec{j}$ vorhanden sind.

(b) Bestimmen Sie das skalare Potential Ψ und die magnetische Feldstärke für die Punkte auf der Symmetrieachse (= x_3-Achse).

(c) Berechnen Sie $\vec{H}(x_3 = 0)$ und diskutieren Sie das asymptotische Verhalten für $x_3 \gg L$.

62. **Biot-Savart-Gesetz II (Präsenzübung,** *freiwillige Abgabe***)**

Bestimmen Sie mit Hilfe des Biot-Savart-Gesetzes das Magnetfeld im Punkt A für den in der Skizze dargestellten, stromdurchflossenen Draht. A sei der Mittelpunkt des Halbkreises.
Hinweis: zerlegen Sie die Integration geeignet und überlegen Sie sich Parametrisierungen für die Teilstücke.



63. **Induktionskoeffizienten II (Präsenzübung,** *freiwillige Abgabe***)**
Bestimmen Sie den Gegen-Induktionskoeffizienten L_{12} zweier infinitesimal dünner Kreisringe mit Radius R, die parallel zueinander und senkrecht zur $z-$Achse angeordnet sind. Der Abstand beträgt d. Die Mittelpunkte der Kreisringe sind $\vec{M}_1 = \vec{0}$; $\vec{M}_2 = d\,\vec{e}_z$.
Hinweis: Parametrisieren Sie die Kreisringe geeignet und stellen Sie das zu berechnenede Integral auf. Dieses muß nicht berechnet werden.

64. **Magnetisierung (Präsenzübung,** *freiwillige Abgabe***)**
Eine Kugelschale sei mit $\vec{M} = M_0\vec{e}_r$ magnetisiert. Ermitteln Sie die Felder $\vec{H}$ und $\vec{B}$ im Inneren und Äußeren der Schale. Dabei sollen die Felder im Unendlichen verschwinden. Geben Sie den Entmagnetisierungsfaktor $N = -H_i/(4\pi M_0)$ an.