Elektrodynamik und Relativitätstheorie Übungen

15 Ein allseitig unendlich ausgedehntes Dielektrikum mit Dielektrizitätskonstante ε habe einen unendlich langen zylindrischen Hohlraum um die z-Achse mit Radius a. Im Hohlraum befinde sich parallel zur z-Achse bei $x = R_0$, $y = 0$ ein unendlich langer, unendlich dünner Stab mit Ladung τ pro Längeneinheit. Berechne die elektrische Feldstärke im gesamten Raum mit Hilfe von Bildladungsansätzen sowie die auf der Zylinderoberfläche hervorgerufene Polarisationsladungsdichte und Polarisationsladung pro Längeneinheit in z-Richtung.
Anleitung: Für den Hohlraum setze man eine Bildladungsverteilung bei $x > a$, $y = 0$ an; das Ersatzproblem für den vom Dielektrikum erfüllten Raum benötigt zwei Ladungsverteilungen: eine entlang der z-Achse und eine weitere parallel dazu bei $x = R_0$.

16 Eine Punktladung q befinde sich vor einer dielektrischen Kugel mit Radius a und Dielektrizitätskonstante ε. Der Abstand vom Mittelpunkt der Kugel sei $r_0 > a$. Berechne das Potential Φ und die Felder $\vec{E}$ und $\vec{P}$ im ganzen Raum sowie die Polarisations-Raumladungsdichte und -Oberflächenladungsdichte mit zugehörigen Gesamtladungen.
Hinweis: Die Methode der Bildladungen ist in diesem Beispiel nicht anwendbar.

17 Zwei lange, leitende, koaxiale Zylinder mit den Radien a bzw. b werden senkrecht in ein flüssiges Dielektrikum getaucht. Wird an die beiden Zylinder eine Spannung V angelegt und durch eine Batterie aufrechterhalten, so steigt die Flüssigkeit bis zu einer Höhe h. Berechne die Suszeptibilität der Flüssigkeit als Funktion von a, b, h, V und der Massendichte ρ.
Anleitung: Betrachte die Energiebilanz (Änderung der Arbeit der Batterie gleich Änderung der Feldenergie plus Änderung der mechanischen Arbeit im Schwerefeld) wenn die Steighöhe variiert wird.

18 Ein unendlich langer Zylinder mit Radius a und Permeabilität μ werde in ein ursprünglich homogenes Magnetfeld $\vec{B} = B_0\vec{e}_x$ gebracht, wobei die Zylinderachse mit der z-Achse zusammenfällt. Berechne die Feldstärke $\vec{B}$ im Innen- und Außenraum des Zylinders, das Magnetisierungsfeld $\vec{M}$ und die Magnetisierungsstromdichte im Inneren, sowie die Magnetisierungs-Oberflächenstromdichte auf der Zylinderoberfläche.

19 In ein ursprünglich homogenes Magnetfeld $\vec{B} = B_0\vec{e}_x$ werde eine paramagnetische Hohlkugel mit äußerem (inneren) Radius a (b) und Permeabilität μ gebracht. Berechne die Feldstärke $\vec{B}$ im Inneren der Hohlkugel.