

Übungen zur Klassischen Theoretischen Physik III
(Theorie C – Elektrodynamik) WS 12-13**Prof. Dr. Alexander Mirlin**
Dr. Igor Gornyi**Blatt 11**
Besprechung 16.01.2013

Aufgabe 1: Kugel (2+2+2+2=8 Punkte)

Betrachten Sie eine Kugel mit Radius a aus dielektrischem Material. Die Kugel trage eine konstante Polarisierung $\vec{P} = P_0 \vec{e}_z$

- (a) Berechnen Sie die Ladungsdichte ρ_{geb} der lokalisierten Ladungen auf der Oberfläche der Kugel.
- (b) Berechnen Sie das gesamte Dipolmoment der Kugel.

Eine in ein nichtmagnetisches Medium eingebettete Kugel vom Radius a hat die konstante Magnetisierung $\vec{M} = M_0 \vec{e}_z$.

- (c) Berechnen Sie die Oberflächen-Stromdichte \vec{j}_{geb} der lokalisierten Ladungen.
- (d) Berechnen Sie das gesamte magnetische Moment \vec{m} der Kugel.

Aufgabe 2: Kondensator und Dielektrikum (3+2+5=10 Punkte)

Betrachten Sie zwei koaxiale, zylinderförmige Leiter mit Radien $a < b$ und Länge $L \gg b$.

- (a) Berechnen Sie die im Feld gespeicherte Energie W_E für den Fall, dass sich zwischen den Leitern ein Dielektrikum der Dielektrizitätskonstante ϵ befindet.
- (b) Berechnen Sie die Kapazität C der Anordnung.
- (c) Die Zylinder stehen nun in einem Bad dielektrischer Flüssigkeit mit der Suszeptibilität χ_e und Dichte ρ . Der Flüssigkeitsspiegel befindet sich anfangs bei $z = 0$. Bei Anlegen einer Spannung U zwischen den beiden Leitern steigt die Flüssigkeit innerhalb der Zylinder bis zur Höhe $z = h$ an. Im Gleichgewicht gleichen sich elektrostatische und Gravitations-Kraft (mit der Gravitationsbeschleunigung g) aus. Nehmen Sie das Flüssigkeitsbad als unendlich gross an, d.h. vernachlässige Änderungen im Flüssigkeitsspiegel ausserhalb der Zylinder.
Finden Sie die Höhe h der Flüssigkeit im Gleichgewicht.

Aufgabe 3: **Spiegelladungen mit Dielektrikum**

(3+4=7 Punkte)

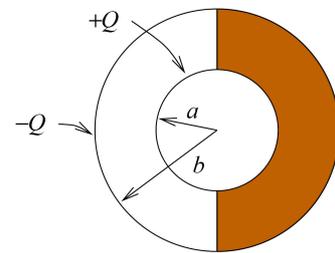
Eine Punktladung q befindet sich auf der z -Achse bei $z = d$. Der Halbraum $z > 0$ wird von einem Dielektrikum der Dielektrizitätskonstante ϵ_1 ausgefüllt, der Halbraum $z < 0$ von einem Medium der Dielektrizitätskonstante ϵ_2 .

- Verwenden Sie die Methode der Spiegelladungen um das elektrostatische Potential im gesamten Raum zu finden.
- Bestimmen Sie die induzierte Ladungsverteilung sowie die gesamte induzierte Ladung.

Bonusaufgabe **Kugelkondensator**

(4+3+3=10 Bonuspunkte)

Zwei kugelförmige konzentrische Leiter der Radien a, b mit $a < b$ tragen die Ladung $\pm Q$. Der Raum zwischen den Kugeln ist zur Hälfte mit einem Dielektrikum der Dielektrizitätskonstante $\epsilon = 1 + 4\pi\chi_e$ gefüllt.



- Berechnen Sie das elektrische Feld \vec{E} im gesamten Raum zwischen den beiden Kugeln.
- Berechnen Sie die Oberflächenladungsdichte der freien Ladungsträger σ_{frei} auf der inneren Kugel.
- Berechnen Sie die durch die Polarisation $\vec{P} = \chi_e \vec{E}$ induzierte Ladungsdichte σ_{geb} auf der Oberfläche des Dielektrikums bei $r = a$.