

**1. Spannungstensor (8 Punkte)**

Gegeben sei ein Plattenkondensator mit „unendlich“ großen Platten. Die untere Platte befinde sich bei  $z = -d/2$  und trage die Flächenladungsdichte  $-\sigma$ , die obere Platte bei  $z = d/2$  trage die Flächenladungsdichte  $\sigma$ .

- Berechnen Sie die neun Komponenten des Maxwell'schen Spannungstensors.
- Benutzen Sie den Spannungstensor, um die Kraft (pro Fläche) auf die obere Platte auszurechnen.
- Berechnen Sie die Impulsflussdichte durch die  $x$ - $y$ -Ebene.
- An den Platten wird dieser Impuls absorbiert, d. h., die Platten erfahren einen „Rückstoß“. Berechnen Sie die Rückstoßkraft pro Fläche, die die obere Platte erfährt und vergleichen Sie das Resultat mit dem Ergebnis aus

**2. Liénard-Wiechert-Potential (6 Punkte)**

Ein Punktladung  $q$  bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit  $v$  längs der  $z$ -Achse,  $\vec{r}_0(t') = v' \vec{e}_x$ .

- Berechnen Sie ausgehend von den Liénard-Wiechert-Potential das elektrische und magnetische Feld der gleichförmig bewegten Punktladung.
- Berechnen und skizzieren Sie die Winkelverteilung der Feldamplituden.

**3. Duale-Transformation (6 Punkte)**

Betrachten Sie die durch die duale Transformation aus  $\vec{E}$  und  $\vec{B}$  zusammengesetzten Felder

$$\vec{E}' = \vec{E} \cos \xi - c \vec{B} \sin \xi \quad \vec{B}' = \frac{1}{c} \vec{E} \sin \xi + \vec{B} \cos \xi,$$

worin  $\xi$  ein beliebiger aber fester Parameter ist

- Berechnen Sie Rotation und Divergenz der neuen Felder  $\vec{E}'$  und  $\vec{B}'$ . Beachten Sie dabei, dass  $\vec{E}$  und  $\vec{B}$  die Maxwell-Gleichungen erfüllen.
- Führen Sie nun die „elektrischen“ und „magnetischen“ Ladungsdichten

$$\rho'_e = \rho \cos \xi \quad \rho'_m = \frac{1}{c} \rho \sin \xi$$

bzw. die „elektrischen“ und „magnetischen“ Ströme

$$\vec{j}'_e = \vec{j} \cos \xi \quad \vec{j}'_m = \frac{1}{c} \vec{j} \sin \xi$$

ein. Wie lauten mit diesen Größen die Maxwell-Gleichungen für  $\vec{E}'$  und  $\vec{B}'$ ?

- Wie transformiert sich die Kraftdichte  $\vec{f} = \rho \vec{E} + \vec{j} \times \vec{B}$  unter der dualen Transformation?
- Diskutieren und interpretieren Sie die in dieser Aufgabe abgeleiteten Formeln. Gehen Sie speziell auf den Fall  $\xi = \pi/2$  ein.