Übungen zur Elektrodynamik

Theoretische Physik II — WS 2018/19 — Prof. Dr. H. Fehske

http://theorie2.physik.uni-greifswald.de

Blatt 13 — Abgabe: **Montag, 28.1.19** vor der Vorlesung

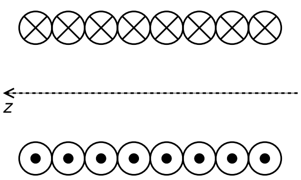
Aufgabe 38 *Spiegelladung*

Bestimmen Sie die Kraft auf eine Punktladung q im Abstand l zum Mittelpunkt einer leitenden, isolierten Kugel vom Radius R, welche die Ladung Q trägt.

Hinweis: Überlegen Sie sich, daß das elektrische Feld der Kugel als Überlagerung des Feldes einer Spiegelladung $q' = -(R/l)q$ und des Feldes der homogen geladenen Kugeloberfläche mit Gesamtladung $Q - q'$ dargestellt werden kann.

Aufgabe 39 *Zylinderspule*

Eine dicht gewickelte Zylinderspule (Länge L, Radius R, N Windungen) läßt sich in sehr guter Näherung als Anordnung paralleler Kreisringe verstehen. Das magnetische Feld der Spule ergibt sich auf der Achse somit als Integral, in dem sich der Ihnen bekannten Ausdruck für einen einzelnen Kreisring wiederfindet.



(a) Bestimmen Sie das Magnetfeld $\mathbf{B}(z)$ auf der Spulenachse! Die Spulenmitte sei bei $z = 0$, und natürlich ist $B \propto NI$, wenn der Strom I durch die Spule fließt. Diskutieren Sie das Magnetfeld innerhalb und außerhalb einer sehr langen Spule.

(b) Das Magnetfeld einer unendlich langen Spule (oder einer sehr langen Spule, deren Magnetfeld weitgehend als homogen angenommen werden kann) läßt sich sehr leicht mittels Satz von Stokes bestimmen: Nämlich wie?

(c) Eine sehr lange Spule ist mit einem Material der Permeabilität μ gefüllt. Wie groß ist die in der Spule gespeicherte Feldenergie, wie groß ihre Induktivität?

Aufgabe 40 *Und was Dynamisches, zum Schluß*

Eine ebene Welle falle senkrecht auf die Grenzschicht $z = 0$ zweier dielektrischer Medien, mit $\varepsilon = \varepsilon_1$ für $z < 0$, ε_2 für $z > 0$; beide Medien haben Permeabilität $\mu_1 = \mu_2 = 1$.
Ein Teil der Welle wird reflektiert, ein anderer durchdringt die Grenzschicht. Wir machen für die Wellen den Ansatz

einfallende Welle	transmittierte Welle	reflektierte Welle
$\mathbf{E} = \mathbf{E}_i\, e^{\mathrm{i}(k_1 z - \omega t)}$	$\mathbf{E} = \mathbf{E}_t\, e^{\mathrm{i}(k_2 z - \omega t)}$	$\mathbf{E} = \mathbf{E}_r\, e^{\mathrm{i}(k_1 z - \omega t)}$
$\mathbf{B} = n_1\, \mathbf{e}_z \times \mathbf{E}$	$\mathbf{B} = n_2\, \mathbf{e}_z \times \mathbf{E}$	$\mathbf{B} = -\,n_1\, \mathbf{e}_z \times \mathbf{E}$

mit dem Brechungsindex $n_i = \sqrt{\varepsilon_i}$.

(a) Überprüfen Sie zunächst, daß durch die angegebenen Ausdrücke tatsächlich Wellen in den Medien $1, 2$ beschrieben werden.

(b) Geben Sie die aus den Randbedingungen folgenden Gleichungen für $\mathbf{E}_i, \mathbf{E}_t, \mathbf{E}_r$ an.

(c) Berechnen Sie den Reflexionskoeffizienten $R = \left(\dfrac{E_r}{E_i}\right)^2$ und den Transmissionskoeffizienten $T = \left(\dfrac{E_t}{E_i}\right)^2$. Diskutieren Sie die Phase der reflektierten Welle.

(d) Zeigen Sie, daß der Energieerhaltungssatz gilt.