Übungsblatt # 14 zur Vorlesung
Klassische Theoretische Physik III

Karlsruher Institut für Technologie

Institut für Theoretische Festkörperphysik

Karim Mnasri (karim.mnasri@kit.edu)

Prof. Dr. Carsten Rockstuhl (carsten.rockstuhl@kit.edu)

Übung 1 - Ebene Wellen (1+1+1 = 3 Punkte)

(a) Zeigen Sie, dass die Maxwell-Gleichungen in der Abwesenheit von Quellen mit dem Ansatz einer ebenen Welle, für jedes der Felder $\boldsymbol{f}(\boldsymbol{r},t) = \boldsymbol{f}_0(\boldsymbol{k},\omega)\mathrm{e}^{\mathrm{i}(\boldsymbol{k}\cdot\boldsymbol{r}-\omega t)}$, im dualen $(\boldsymbol{k},\omega)$-Raum folgende Form nehmen

$$\boldsymbol{k}\cdot\boldsymbol{D}(\boldsymbol{k},\omega) = 0\,, \qquad \boldsymbol{k}\cdot\boldsymbol{B}(\boldsymbol{k},\omega) = 0\,,$$
$$\boldsymbol{k}\times\boldsymbol{E}(\boldsymbol{k},\omega) + \omega\boldsymbol{B}(\boldsymbol{k},\omega) = 0\,, \qquad \boldsymbol{k}\times\boldsymbol{H}(\boldsymbol{k},\omega) - \omega\boldsymbol{D}(\boldsymbol{k},\omega) = 0\,.$$

(b) Berechnen Sie die Dispersionsrelation $\omega(\boldsymbol{k})$ des Lichts im Vakuum.

(c) Bestimmen Sie, durch Dimensionsanalyse, die Einheit des Verhältnisses $Z_0 := \frac{|\boldsymbol{E}|}{|\boldsymbol{H}|}$ und anschließend seinen Wert.

Übung 2 - Ideal reflektierender Spiegel (5+5+(5 Bonus) = 10+(5 Bonus) Punkte)

Gegeben sei ein in der xy–Ebene liegender, unendlich ausgedehnter idealer Spiegel. Auf diesen falle eine ebene Welle $\boldsymbol{E}(\boldsymbol{r},t) = \boldsymbol{E}_0\,\exp\{i(\boldsymbol{k}\cdot\boldsymbol{r}-\omega t)\}$ ein.

(a) Was versteht man unter einem idealen Spiegel? Leite aus der Stetigkeit der Tangentialkomponente des $\boldsymbol{E}$–Feldes am Spiegel den vektoriellen Zusammenhang zwischen Amplitudenfaktor $\boldsymbol{E}_0$ und Wellenvektor $\boldsymbol{k}$ der einfallenden Welle und den entsprechenden Größen $\boldsymbol{E}_0''$, $\boldsymbol{k}''$ der reflektierten Welle $\boldsymbol{E}''(\boldsymbol{r},t) = \boldsymbol{E}_0''\exp\{i(\boldsymbol{k}''\cdot\boldsymbol{r}-\omega t)\}$ her.

Hinweis: Es bietet sich hier an, zur Darstellung der Tangentialkomponente die allgemeine Beziehung $\boldsymbol{v} = \boldsymbol{v}_{tang} + \boldsymbol{n}(\boldsymbol{v}\cdot\boldsymbol{n})$ zu verwenden.

(b) Betrachten Sie nun den Spezialfall einer senkrecht einfallenden, linear polarisierten Welle (o.B.d.A. sei $\boldsymbol{E}_0 = E_0\boldsymbol{e}_y$). Bestimmen Sie Energiedichte und Poyntingvektor für diesen Fall. Welche Werte nehmen Energiedichte und Poyntingvektor im zeitlichen Mittel an? Interpretieren Sie Ihre Ergebnisse.

(c) Gegeben sei nun eine senkrecht einfallende, zirkular polarisierte Welle. Berechnen Sie Impuls und Drehimpuls für einfallende und reflektierte Welle und Stellen Sie die Impuls–und Drehimpulsbilanzgleichung auf! Diskutieren Sie das Ergebnis.
Hinweis: Der Impuls $\boldsymbol{\pi}$ ist allgemein als $\boldsymbol{\pi} = \varepsilon_0\boldsymbol{E}\times\boldsymbol{B}$ definiert.

Abgabetermin: Freitag, 05. 02. 2016 um 9:45 Uhr.