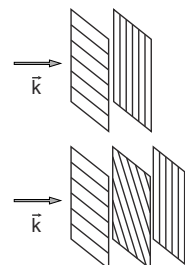


ÜBUNGSAUFGABEN (XII)

(Abgabe Montag, 17.7.2023; Besprechung Mittwoch, 19.7.2023)

Aufgabe 1: (4 Punkte)

Ein Drahtgitterpolarisator ist nur für elektromagnetische Wellen durchlässig, deren lineare Polarisation senkrecht zu den parallelen Drähten steht. Fällt eine unpolarisierte ebene elektromagnetische Welle mit Wellenvektor $\vec{k}$ auf eine Anordnung von zwei zueinander orthogonalen Drahtgitterpolarisatoren (obere Skizze), so ist die elektrische Feldamplitude $\vec{E}$ am Ausgang der Anordnung identisch Null.



- Es werde nun ein dritter, um 45° gedrehter Polarisor zwischen den schon vorhandenen geschoben (untere Skizze). Berechnen Sie die Feldamplitude nach Durchgang durch die drei Polarisatoren.
- Betrachten Sie den verallgemeinerten Fall von n eingeschobenen Polarisatoren, die relativ zu ihrem Vorgänger jeweils um $90^\circ/n$ weitergedreht sind. Wie groß ist nun die Feldamplitude am Ausgang? Wie groß wird die Feldamplitude im Grenzwert $n \rightarrow \infty$?

Tipp: Zerlegen Sie die Amplitude $\vec{E}$ jeweils in Komponenten parallel und senkrecht zu den Drähten.

Aufgabe 2: (5 Punkte)

Eine ebene elektromagnetische Welle im Vakuum mit dem elektrischen Feld $\vec{E} = \vec{E}_0 \cdot f(kz - \omega t)$ und der magnetischen Flussdichte $\vec{B} = \vec{B}_0 \cdot f(kz - \omega t)$ bewege sich als Funktion der Zeit t in z -Richtung mit dem Wellenvektor $\vec{k} = (0, 0, k)$, der Winkelfrequenz ω und einer beliebigen, bezüglich dem Argument ξ zweifach stetig differenzierbaren Funktion $f(\xi)$.

- Zeigen Sie mit Hilfe der Maxwellschen Gleichungen, dass $\vec{B} = \frac{1}{\omega} \vec{k} \times \vec{E}$.
- Weisen Sie unter Benutzung der Beziehung aus (a) nach, dass die Energiedichten des elektrischen Feldes und der magnetischen Flussdichte gleich groß sind.

Aufgabe 3: (5 Punkte)

Ein Kondensator mit kreisförmigen Flächen A vom Radius r_0 und Plattenabstand d wird zum Erreichen der gewünschten Spannung U mit einem konstanten Strom I aufgeladen.

- Bestimmen Sie die Felder $\vec{E}(r, t)$ und $\vec{H}(r, t)$ innerhalb des Kondensators als Funktion der Zeit t und dem Abstand r von der Symmetrieachse. Berechnen Sie damit Betrag und Richtung des Poynting-Vektors $\vec{S}(r, t)$ für $r \leq r_0$.
- Berechnen Sie die momentane Gesamtenergie $W(t)$ des Kondensators allein mittels der in den Kondensator hineinfließenden Energiestromdichte $S_0(t) = |\vec{S}(r_0, t)|$. Drücken Sie das Ergebnis als Funktion der Kapazität C und der erreichten Spannung $U(t)$ aus.