



Abgabe: bis 13.05.2014, 18:00 (Fächer vor Büro 1.20)

06.05.2014

Aufgabe 1 - Poynting-Vektor und Joulsche Wärme (4 Punkte)

In einem Leiter von kreisförmigem Querschnitt und Leitfähigkeit σ fliesse der konstante Strom I_0 . Zeigen Sie, dass

- der Poyntingvektor \vec{S} in jedem Punkt ins Innere des Leiters gerichtet ist und drücken Sie den Betrag $|\vec{S}|$ in Abhängigkeit von der Stromstärke aus.
- das Integral von \vec{S} über die Oberfläche des Leiters gleich der pro Sekunde erzeugten Joulschen Wärme ist.

Aufgabe 2 - Sonnenstrahlung (4 Punkte)

Die elektromagnetische Strahlung der Sonne fällt mit einer Rate von $1.4 \cdot 10^3 \text{ W/m}^2$ (Solarkonstante) auf die Oberfläche der Erde.

- Idealisieren Sie die Strahlung als ebene Welle und schätzen Sie den Betrag der elektrischen und magnetischen Feldamplituden ab. Vergleichen Sie diese Werte mit denen eines Rundfunksenders mit 100 kW Leistung in 10 km Entfernung.
- Eine sehr präzise Waage habe eine Fläche von $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$. Welches Gewicht zeigt die Waage auf Grund des Strahlungsdrucks der Sonneneinstrahlung an, wenn die Einstrahlung unter 45° zur Oberfläche der Waage geschieht.

Aufgabe 3 - Polarisation von EM-Wellen (8 Punkte)

- Erläutern Sie, wie ein Polarisator für elektromagnetische Wellen aufgebaut ist!
- Überlegen Sie sich, wie das \vec{E} -Feld einer linear polarisierten elektromagnetische Welle bzgl. des Polarisators orientiert sein muss, damit sie den Polarisator ungeschwächt passieren kann. Wie ändert sich die transmittierte Intensität, wenn das \vec{E} -Feld bzgl. dieser Position um einen Winkel θ gedreht wird?
- Die Transmissionsachsen zweier Polarisatoren seien gekreuzt (stehen senkrecht aufeinander). Ein dritter Polarisator werde so zwischen die beiden gestellt, dass dessen Transmissionsachse einen Winkel θ mit der Achse des ersten Polarisators bildet. Eine zirkular polarisierte elektromagnetische Welle trifft nun auf diese Anordnung von drei hintereinander liegenden Polarisatoren.
 - Berechnen Sie die Intensität des Lichts nach Durchgang durch alle drei Polarisatoren für $\theta = 45^\circ$
 - Wie gross ist die Transmission, wenn der mittlere Polarisator entfernt wird?
 - Zeigen Sie, dass die von allen drei Polarisatoren durchgelassene Intensität für $\theta = 45^\circ$ maximal ist. (nützlich: $\sin(2\theta) = 2 \sin \theta \cos \theta$)
 - Der mittlere Polarisator wird mit einer Kreisfrequenz ω um eine Achse parallel zum Lichtstrahl gedreht. Berechnen Sie die von allen drei Polarisatoren durchgelassene Intensität als Funktion der Zeit. Nehmen Sie hierbei an, dass für $t = 0$ auch $\theta = 0$ ist. Mit welchen Vielfachen der Kreisfrequenz ω ist die durchgelassene Intensität moduliert?
- Verallgemeinern Sie die Lösung für N Polarisatoren, welche jeweils um den Winkel $\Delta\theta = 90^\circ/(N-1)$ gegeneinander verdreht sind. Welche Transmission ergibt sich für den Grenzfall, dass $N \rightarrow \infty$?

Aufgabe 4 - Koaxialkabel (4 Punkte)

- a) Ein Koaxialkabel habe für $z < 0$ einen Wellenwiderstand Z_1 und für $z > 0$ einen Wellenwiderstand Z_2 (mit $Z_1, Z_2 \in \mathbb{R}$). Berechnen Sie den Reflexionskoeffizienten für das elektrische Feld an diesem Impedanzsprung.
- b) Ein Kabel mit 50Ω Wellenwiderstand soll zwei Kabel mit je 50Ω treiben. Konstruieren Sie einen Teiler, der die Signale des einen Kabels symmetrisch auf die beiden anderen Kabel verteilt und trotzdem richtig abgeschlossen ist. Der Teiler soll nur passive Schaltelemente R, L, C enthalten.