

ELEKTROMAGNETISCHE WELLEN

GRUNDPROBLEME

1. Berechnen Sie die Wellenlänge von Radio DRS 3, welches auf 88.75 MHz sendet.
2. Die Antennen von Mobiltelefonen haben in der Regel eine Länge, welche einer Viertel Wellenlänge entspricht. Wie lang sollte eine Antenne für das Frequenzband bei 1'900 MHz (3G) sein?
3. Skizzieren Sie das elektrische und das magnetische Feld für eine Welle, welche auf dem Blatt von unten nach oben läuft.
4. Wie gross ist die Wellenlänge von rotem Licht (650 nm) in Plexiglas M222?
5. Ein Laserstrahl mit einer Leistung von 3.5 mW hat einen Durchmesser von 1.3 mm. Berechnen Sie die elektrische Feldstärke im Strahl.
6. Mikrowellen werden an einem Doppelspalt mit Spaltabstand 8.5 cm gebeugt. Das erste Maximum wird unter einem Winkel von 25° zur einfallenden Welle gemessen. Berechnen Sie die Frequenz der Mikrowellen.
7. Das Licht eines He-Ne-Lasers (632.8 nm) trifft auf ein Beugungsgitter mit 500 Linien pro cm. Das Beugungsmuster wird auf einem Schirm im Abstand 4.5 m beobachtet. Berechnen Sie die Position der ersten drei Maxima.
8. Das Spektrum einer Natriumdampfampe ("Formeln, Tabellen und Begriffe", S. 194) wird mit einem Beugungsgitter (5000 Linien pro cm) analysiert. Berechnen Sie den Abstand zwischen den beiden gelben Linien, welche auf einem Schirm im Abstand 4.5 m beobachtet werden.
9. Erklären Sie, warum Röntgenstrahlen mit einer Wellenlänge von einigen Pikometern für die Untersuchung von kristallinen Strukturen (z.B. Metalle, Salzkristalle) verwendet werden können.
10. In einem ersten Versuch trifft weisses Licht auf ein Beugungsgitter. In einem zweiten Versuch läuft es durch ein Glasprisma. Skizzieren Sie das Spektrum für das erste Beugungsmaximum bzw. nach dem Prisma.

ZUSATZAUFGABEN

11. Finden Sie in Ihrem Alltag Beispiele von elektromagnetischen Wellen. Stellen Sie Nachforschungen zu deren wichtigsten Eigenschaften (Wellenlänge, Intensität) an.
12. Heimexperiment: Bestimmen Sie die Dicke eines Haars mit Hilfe eines Laserpointers. Die Formel für die Beugung an einem Spalt finden Sie in "Formeln und Tafeln". Beschreiben Sie Ihr Vorgehen und halten Sie Ihre Messwerte und Resultate fest.
13. An einem wolkenlosen Tag haben Sie die Gelegenheit, in einem Heissluftballon auf einer Höhe von 3.5 km über dem Boden zu schweben. Wie gross ist der Mindestabstand zwischen zwei Autos am Boden, damit diese von Ihnen noch als zwei Punkte gesehen werden können? Die Formel für die Beugung an einer kreisförmigen Öffnung (Pupille) finden Sie in "Formeln und Tafeln".
14. Die folgenden Rechnungen zeigen, dass unsere Augen optimal auf die physikalischen Grenzen der Auflösungskraft angepasst sind.
 - a) Die Pupille des menschlichen Auges hat einen typischen Durchmesser von 3 mm (bei normalem Tageslicht). Berechnen Sie die Winkelauflösung für sichtbares Licht (z.B. $\lambda = 600$ nm).
 - b) Die Photorezeptoren auf der Netzhaut sind von einander $1.5 \mu\text{m}$ entfernt. Sie befinden sich ca. 20 mm hinter der Pupille. Berechnen Sie die dadurch gegebene Winkelauflösung und vergleichen Sie die Ergebnisse von a) und b).

NUMERISCHE RESULTATE: 1. 3.3 m; 2. 3.9 cm; 3. 6.4 kV/m; 4. 440 nm; 5. 1.0 kV/m, 3.3 μT ; 6. 8.4 GHz; 7. 14 cm/28 cm/42 cm; 8. 1.3 cm; 13. about 1 m; 14. 0.24 mrad, 0.15 mrad