

- 1.** Ein **Wellenleiter** habe einen rechtwinkligen Querschnitt mit den Abmessungen **5 cm · 10 cm**.
- Wie groß ist die **untere Grenzfrequenz**? (*Lösung*: $\nu_c = 1,5$ GHz)
 - Man skizziere Richtung und räumliche Änderung des elektrischen Feldes im Falle einer Welle mit dieser Grenzfrequenz.
 - Man ermittle die Phasen- und Gruppengeschwindigkeit einer Welle, deren Frequenz das 1,25-fache der Grenzfrequenz ist. (*Lösung*: $\nu_\phi = 5c/3$, $\nu_G = 3c/5$)
 - Man ermittle die **Schwächungslänge** einer Welle, deren Frequenz das 0,8-fache der Grenzfrequenz ist! (*Lösung*: $\delta = 5,3$ cm)
- 2.** Ein **15 km** entfernter **50 W-Radiosender** emittiere senkrecht polarisierte Radiowellen.
- Wie groß ist der Maximalwert der augenblicklichen Spannung, welche die Elektronen in einer lokalen Empfangsantenne erregt? (*Lösung*: $U = 632$ μ V)
- Bemerkung*: Die Antenne sei 20 cm lang und senkrecht aufgestellt. Vernachlässigen Sie alle Reflexionen am Boden!
- 3.** Ein **50 m** langer, gerader Kupferdraht (spezifischer Widerstand $\rho = 1,7$ $\mu\Omega$ cm) mit dem Radius $r = 2$ mm wird von einem Strom von **30 A** durchflossen.
- Man berechne E und B an der Oberfläche des Drahtes. (*Lösung*: $E = 40,58 \cdot e_z$ mV m^{-1} , $B = 3 \cdot e_\phi$ mT)
 - Unter Kenntnis von E und B berechne man den Poynting-Vektor S an der Drahtoberfläche. (*Lösung*: $S = -96,89 \cdot e_r$ W m^{-2})
- 4.** **Wellen in leitenden Medien** (Teil I):
- Ausgehend von der Gleichung $n^2 = 1 + \frac{Ne^2}{\epsilon_0 m_e (\omega_0^2 - \omega^2 + i\gamma\omega)}$ leite man einen Ausdruck für die **Brechzahl n** für die Fälle $\omega\tau \gg 1$ (hohe Frequenzen, sichtbares Licht) und $\omega\tau \ll 1$ (niedrige Frequenzen) ab.
 - Man bestimme für den zweiten Fall den **Absorptionskoeffizienten α** und die **Eindringtiefe δ** !
- 5.** **Wellen in leitenden Medien** (Teil II): Für Kupfer gilt: $\sigma = 6 \cdot 10^7$ $\Omega^{-1}m^{-1}$ bei $\omega = 0$ und $\tau = 2,7 \cdot 10^{-14}$ s.
- Man berechne für die Fälle $\omega = 10^{13}$ rads $^{-1}$, $\omega = 3 \cdot 10^{15}$ rads $^{-1}$ ($\lambda = 600$ nm) und $\omega = 3 \cdot 10^{12}$ rads $^{-1}$ ($\lambda = 600$ μ m) den **Absorptionskoeffizienten α** und die **Eindringtiefe δ** .
(*Lösung*: $\alpha = 3,9 \cdot 10^7$ m $^{-1}$, $\delta = 26$ nm; $\alpha = 1,04 \cdot 10^8$ m $^{-1}$, $\delta = 9,7$ nm; $\alpha = 2,1 \cdot 10^7$ m $^{-1}$, $\delta = 47$ nm)
 - Man berechne die **Plasmafrequenz ω_p** und die dazugehörige **Wellenlänge λ** ! Was lernt man daraus?
(*Lösung*: $\omega_p = 1,6 \cdot 10^{16}$ rads $^{-1}$, $\lambda = 119$ nm)
- 6.** Die **Resonanzkreisfrequenz** der Stickstoffmoleküle in Luft liegt bei $\omega_0 = 10^{16}$ rads $^{-1}$.
- Man berechne die **Brechzahl n** von Luft bei Atmosphärendruck für Licht der Wellenlänge $\lambda = 500$ nm mittels der Beziehung $n = 1 + \frac{Ne^2}{2\epsilon_0 m_e [(\omega_0^2 - \omega^2) + i\gamma\omega]}$! (*Lösung*: $n = 1 + 4,9 \cdot 10^{-4}$)