

Übungsblatt 1 zur Quantenelektronik I

Bereitgestellt: 19.03.07

Abgabe: 26.03.07

Rückgabe: 03.04.07

Aufgabe 1 Wellengleichung für das Magnetfeld

- a) Leiten Sie aus den Maxwell-Gleichungen die Wellengleichung für das Magnetfeld \vec{B} in einem homogenen, isotropen, nichtleitenden Medium mit konstantem ϵ und μ her. Wir nehmen an, dass sich im Medium keine freien Ladungen befinden.
- b) Eine einfache Lösung der erhaltenen Wellengleichung ist eine ebene Welle der Form $B_x = B_0 \sin(\omega t - ky + \varphi)$ mit konstantem B_0 und $B_y = B_z = 0$. In welche Richtung breitet sich diese Welle aus? Geben Sie das zugehörige elektrische Feld an, ausserdem den Poynting-Vektor.

Aufgabe 2 Feldstärke in Laserpulsen

Wir betrachten einen Laserpuls, der sich in z-Richtung ausbreitet und dessen optische Leistung durch $P(t) = P_p \cdot \exp(-(t/\tau)^2)$ gegeben ist. Das transversale Strahlprofil ist ebenfalls gaussförmig: Für die Intensität gilt $I(x, y, t) = P(t) \cdot N \cdot \exp\left[-2 \frac{x^2 + y^2}{w^2}\right]$.

- a) Bestimmen Sie den Normierungsfaktor N .
- b) Berechnen Sie die zeitliche Halbwertsbreite τ_{FWHM} des Pulses aus der Grösse τ .
- c) Heute gibt es relativ kompakte ("table-top") Laser-Systeme, die eine Spitzenleistung $P_p = 100$ TW für eine Pulsdauer von z. B. 100 fs erzeugen können. Die Zentral-Wellenlänge liegt bei 800 nm. Berechnen Sie die Spitzenintensität und die zugehörige elektrische Feldstärke (im Vakuum) auf der Strahlachse, wenn der Strahl auf $w = 5 \mu\text{m}$ fokussiert wird. Vergleichen Sie diese Feldstärke mit derjenigen, die ein Elektron im Abstand von 1 \AA von einem Proton erfährt. Bei welcher Spitzenintensität entspricht die elektrische Feldstärke der Lichtwelle der inneratomaren Feldstärke?
- d) Berechnen Sie für den Fall c) den maximalen Strahlungsdruck (auf der Achse, für $t = 0$), der auftritt, wenn der Strahl an einem Spiegel vollständig reflektiert wird.
- e) Wie weit könnte sich dadurch ein auf einer Fläche von 1 cm^2 homogen ausgeleuchteter Spiegel (Masse = 50 g) über die Dauer eines solchen 100 fs Pulses im Extremfall (d.h. frei im Raum schwebender Spiegel, keine Reibung und anderen Kräfte) bewegen? Vereinfachend wird zudem angenommen, dass der in d) berechnete maximale Strahlungsdruck über die gesamte Pulsdauer auf den Spiegel einwirkt.