

Übungen zu den „Grundlagen der Materialwissenschaft“

Lösungen zu Übung 9: Dielektrika II, Magnetismus

Aufgabe 21: Wirk- und Blindleistung eines Kondensators bzw. Dielektrikums

- a) $Z_C = 1/(i\omega C)$. (Anmerkung: Die imaginäre Einheit i im Nenner sorgt für die richtige Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung. Allgemein hat man den Zusammenhang $U = ZI$, und für ein rein kapazitives Z ist U proportional zu $-iI$, was bedeutet, daß die Spannung dem Strom um $\pi/2$ hinterherläuft.)
- b) Bei jedem Kondensator ist C direkt proportional zu $\epsilon(\omega) = \epsilon_0\epsilon_r(\omega)$. Für einen Kondensator ganz ohne Dielektrikum ist $\chi = 0$, d. h. $\epsilon_r = 1$, so daß C_0 bereits den Faktor ϵ_0 enthält. Damit bleibt für den Zusammenhang $C = \epsilon_r(\omega) \cdot C_0$ nur der Faktor $\epsilon_r(\omega) = 1 + \chi(\omega)$.
- c) Die Impedanz des Kondensators kann als $Z_C = 1/(i\omega C) = 1/(i\omega\epsilon_r(\omega)C_0) = 1/(i\omega[1 + \chi(\omega)]C_0)$ geschrieben werden. Die Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung am Kondensator, die zur reinen Blindleistung führt, ist durch diese Impedanz Z_C bereits vollständig erfaßt. Weil also das relevante „ i “ schon explizit bei Z_C drinsteht, darf es kein weiteres geben, sonst ist das Verhalten nicht mehr ideal. Daher trägt beim C im Nenner des Z_C -Ausdrucks nur der Realteil von χ zur Blindleistung bei.
- d) $1/Z_{\text{par}} = 1/Z_{\text{ideal kapazitiv}} + 1/Z_{\text{ideal ohmsch}} = i\omega C + 1/R$.