

# Physik 2: Elektrodynamik

Humboldt–Universität zu Berlin, Sommersemester 2012,  
Dr. M. zur Nedden (VL),  
Dr. A. Nikiforov, R. Schlichte und L. Heinrich (UE)

## Übungsblatt 10

Ausgabe: 19. Juni 2012 in der Vorlesung  
Rückgabe: 26. Juni 2012 nach der Vorlesung

### Aufgabe 1: Maxwell-Gleichungen und Wellengleichung (40 %)

Zeigen Sie, daß mit den Ansätzen

$$\vec{B} = \vec{\nabla} \times \vec{A}$$

und

$$\vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{A}}{\partial t} - \vec{\nabla} \Phi$$

die Maxwell-Gleichungen erfüllt sind. Dabei seien  $\vec{A}(x, y, z, t)$  ein beliebiges Vektorpotential und  $\Phi(x, y, z, t)$  ein beliebiges skalares Potential. Es gelte die Lorentzbedingung:

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{A} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \Phi}{\partial t}.$$

Zeigen Sie in einem zweiten Schritt mit Hilfe der Maxwellschen Gleichungen, daß das Vektorpotential  $\vec{A}$  sowie das skalare Potential  $\Phi$  eine Wellengleichung der Form

$$\Delta \vec{A} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{A}}{\partial t^2} = -\frac{4\pi}{c} \vec{j}$$

und

$$\Delta \Phi - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial t^2} = -4\pi \rho$$

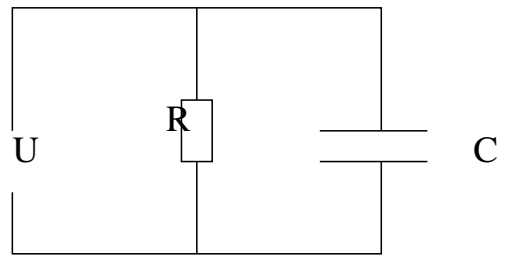
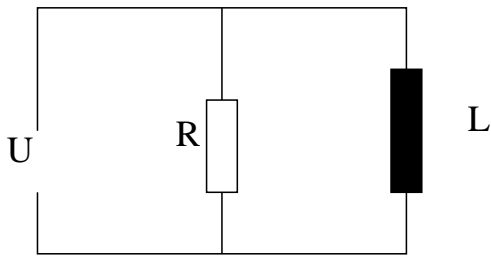
erfüllen

### Aufgabe 2: Parallellkreis mit Spule (30 %)

Ein Widerstand  $R$  und eine Spule  $L$  seien parallelgeschaltet und mit einer sinusförmigen Wechselspannung  $U(t) = U_0 \cdot \cos(\omega t)$  verbunden (Siehe Abbildung). Zeigen Sie, daß

- die Stromstärke im Widerstand durch  $I_R = (U_0/R) \cos(\omega t)$  gegeben ist,
- die Stromstärke in der Spule durch  $I_L = (U_0/|R_L|) \cos(\omega t - 90^\circ)$  gegeben ist ( $|R_L|$  induktiver Widerstand);
- der Gesamtstrom  $I = I_R + I_L = I_0 \cos(\omega t - \delta)$  ist, wobei gilt:  $\tan \delta = R/|R_L|$  und  $I_0 = U_0/Z$  mit  $Z^{-2} = R^{-2} + |R_L|^{-2}$ .

## zu Aufgaben 2 und 3



### Aufgabe 3: Parallellkreis mit Kondensator (30 %)

Ein ohmscher Widerstand  $R$  und ein Kondensator  $C$  seien parallelgeschaltet und mit einer sinusförmigen Wechselspannungsquelle  $U(t) = U_0 \cdot \cos(\omega t)$  verbunden (Siehe Abbildung). Zeigen Sie, daß

- die Stromstärke im Widerstand durch  $I_R = (U_0/R) \cos(\omega t)$  gegeben ist;
- die Stromstärke im Zweig des Kondensators durch  $I_C = (U_0/|R_C|) \cos(\omega t + 90^\circ)$  gegeben ist ( $|R_C|$  kapazitiver Widerstand);
- der Gesamtstrom  $I = I_R + I_C = I_0 \cos(\omega t + \delta)$  ist, wobei gilt:  $\tan \delta = R/|R_C|$  und  $I_0 = U_0/Z$  mit  $Z^{-2} = R^{-2} + |R_C|^{-2}$ .