

Übungsblatt 1 zur Vorlesung „Elektrodynamik und Wellenoptik“

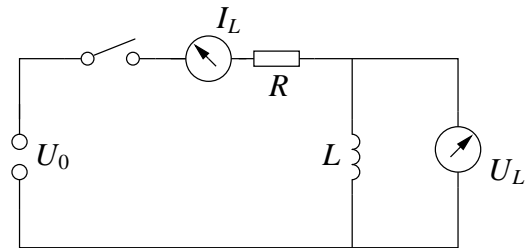
Humboldt–Universität zu Berlin, WS 2008/2009,
Prof. Dr. T. Lohse, Prof. Dr. M. Müller-Preußker

Ausgabe: Donnerstag, den 16. Oktober 2008, in der Vorlesung

Rückgabe: Donnerstag, den 23. Oktober 2008, in der Vorlesung

Aufgabe 1: Induktivität (20 %)

In nebenstehender Schaltung werde zum Zeitpunkt $t = 0$ der Schalter geschlossen. Berechnen Sie das Zeitverhalten für $U_L(t)$ und $I_L(t)$ nach dem Einschaltvorgang und skizzieren Sie dieses. Was würde sich ändern, wenn sich statt der Induktivität eine Kapazität in der Schaltung befände.



Aufgabe 2: LC-Schwingkreis (20 %)

Betrachten Sie einen einfachen LC-Schwingkreis bestehend aus einer Spule und einem Kondensator.

- Leiten Sie aus dem Energieerhaltungssatz die zeitlichen Verläufe der Energie E_C im Kondensator bzw. E_L in der Spule her und skizzieren Sie diese.
- Sei nun die Gesamtenergie des Systems $E_{\text{ges}} = 5,70 \mu\text{J}$ und die Induktivität $L = 1,25 \text{ H}$. Die maximale Ladung auf dem Kondensator sei $Q_{\text{max}} = 175 \mu\text{C}$. Berechnen Sie die Masse m , die Federkonstante k , die maximale Auslenkung x_{max} sowie die maximale Geschwindigkeit v_{max} eines analogen mechanischen Systems mit derselben Periode.

Aufgabe 3: Feld einer magnetisierten Kugel (35 %)

Gegeben sei eine homogen magnetisierte Kugel mit $\vec{M} = M_0 \vec{e}_z$.

- Führen Sie Kugelkoordinaten ein und zeigen Sie, dass

$$\vec{B}_a = -\nabla \left(\alpha \frac{\cos \theta}{r^2} \right)$$

eine Lösung der Feldgleichungen im Außenraum darstellt.

- Das \vec{B} Feld im Innenraum der Kugel soll parallel zu der Magnetisierung \vec{M} sein. Berechnen Sie aus den Stetigkeitsbedingungen an der Kugeloberfläche eine Lösung für \vec{B} und \vec{H} sowohl im Außenraum wie im Innenraum unter Zuhilfenahme des Ansatzes unter a).
- Diskutieren Sie das Ergebnis und skizzieren Sie die \vec{B} und \vec{H} Felder.

Aufgabe 4: Kugelwellenlösungen (25 %)

Zeigen Sie, dass linear polarisierte elektromagnetische Kugelwellen

$$\vec{E}_{\pm}(\vec{x}, t) = \vec{E}_0 \frac{1}{r} \exp i(kr \pm \omega t), \quad \vec{B}_{\pm}(\vec{x}, t) = \vec{B}_0 \frac{1}{r} \exp i(kr \pm \omega t)$$

($r = |\vec{x}|$, $\omega = kc$ mit $c^2 = 1/(\mu_0\epsilon_0)$) die homogenen Wellengleichungen im Vakuum erfüllen. Zeigen Sie, dass aus der Gültigkeit der Maxwell-Gleichungen für den Fall verschwindender Ladungs- und Stromdichte folgt, dass \vec{E} , \vec{B} und \vec{x}/r zueinander orthogonal sind (Transversalität).