Abgabe: 17/18.06.2015

Übung 8 zur Vorlesung Physik 2

P. Schleper, Sommer 2015

Aufgabe 51: Radioempfänger **6**

An der Antenne eines Radios ist ein Serienschwingkreis angeschlossen ($C = 1$pF, $L = 1\,\mu$H, $R = 20\Omega$). Die Ausgangsspannung U_a wird am Kondensator abgegriffen. Man berechne die Resonanzfrequenz ν_0 und die Resonanzerhöhung U_{a0}/U_0 auf der Resonanzfrequenz (U_0 = Amplitude der von der Antenne empfangenen Spannung). Man skizziere $U_{a0}(\omega)$. Um welchen Faktor sind die Nachbrkanäle bei $\nu_0 \pm 5$MHz gegenüber ν_0 unterdrückt?

Aufgabe 52: Verschiebungsstrom **6**

Meerwasser hat bei einer Frequenz $\nu = 4 \cdot 10^8$ Hz die Dielektrizitätskonstante $\epsilon_r = 81$, die Permeabilität $\mu_r = 1$ und den spezifischen Widerstand $\rho = 0,23\Omega m$. Wie groß ist das Verhältnis von Leitungsstrom und Verschiebungstrom (im zeitlichen Mittel) ?
Hinweis: Nehmen Sie an, ein Plattenkondensator mit Fläche A sei in Meerwasser getaucht und werde mit der Spannung $U(t) = U_0 \cdot \cos(2\pi\nu t)$ versorgt.

Aufgabe 53: Elektromagnetische Wellen **7**

Zeigen Sie, dass $\vec{E}, \vec{B}$ mit

$$\begin{aligned} E_x = E_y = 0; \qquad & E_z = E_0 \cdot \cos(\alpha t - \beta y) \\ B_x = B_0 \cos(\alpha t - \beta y)\ ; \qquad & B_y = B_z = 0 \end{aligned}$$

den Maxwell'schen Gleichungen im Vakuum genügen. Welche Bedingungen müssen E_0, B_0, α und β genügen? Interpretieren Sie das Ergebnis für $\vec{E}, \vec{B}$ aus der Sicht der Wellenlehre!

Aufgabe 54: Faltung und Fourier-Transformation *(1+3+1+2 Punkte)*

a. Berechnen Sie die Fourier-Transformation $\tilde{f}_1(x)$ der Funktion $f_1(x) = \frac{1}{2}\Theta(1-|x|)$, mit der Θ-Funktion
$$\Theta(x) = \begin{cases} 1 & x \geq 0 \\ 0 & x < 0 \end{cases} .$$

b. Berechnen Sie explizit (ohne Verwendung der Fourier-Transformation) die Faltung $f_2(x) = \int dx' f_1(x-x')f_1(x')$, und bestimmen Sie deren Fourier-Transformation $\tilde{f}_2(k)$. Verifizieren Sie Ihr Ergebnis mit Hilfe des Faltungs-Satzes $\tilde{f}_2(k) = 2\pi\tilde{f}_1(k)\tilde{f}_1(k)$ aus der Vorlesung.

c. Skizzieren Sie $f_1(x)$, $f_2(x)$ sowie die Fourier-Transformierten $\tilde{f}_1(x)$, $\tilde{f}_2(x)$. Skizzieren Sie (ohne Rechnung) das Ergebnis der Faltung $f_3(x) = \int dx' f_1(x-x')f_2(x')$ sowie $\tilde{f}_3(x)$.

d. Berechnen Sie mit Hilfe der Fourier-Transformation die Faltung $c(x) = \int dx' a(x-x')b(x')$ für $a(x) = \frac{1}{\sigma_a\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{x^2}{2\sigma_a^2}}$ und $b(x) = \frac{1}{\sigma_b\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{x^2}{2\sigma_b^2}}$. Verwenden Sie dabei die aus der Vorlesung bekannten Relationen
$$f(x) = \frac{1}{a\sqrt{2\pi}}\exp\Big(-\frac{x^2}{2a^2}\Big) \;\Leftrightarrow\; \tilde{f}(k) = \frac{1}{2\pi}\exp\Big(-\frac{k^2a^2}{2}\Big).$$

Aufgabe 55: Fouriertransformation der Wellengleichung *(3 Punkte)*

Die eindimensionale Wellengleichung $[\partial_x^2 - \frac{1}{c^2}\partial_t^2]A(x,t) = 0$ wird durch den Ansatz
$$A(x,t) = \int_{-\infty}^{\infty} dk \Big[A_+(k)e^{i(kx-\omega_k t)} + A_-(k)e^{i(kx+\omega_k t)}\Big] \tag{1}$$
mit $\omega_k = |k|/c$ gelöst. Bestimmen Sie die Koeffizienten $A_\pm(k)$ aus der Anfangsbedingung $A(x,0)$ und $\dot{A}(x,0) = \partial_t A(x,t)|_{t=0}$. Hinweis: Berechnen Sie die Fouriertransformation von $A(x,0)$ und $\dot{A}(x,0)$ aus dem Ansatz Gleichung (1) unter Verwendung der Formel $\int dt\, e^{i\omega t} = 2\pi\delta(\omega)$.