Übungen zur Physik III (WS 1999/2000)

Blatt 5

Aufgabe 5.1 (20 Punkte): Schwingkreis

a) Stellen Sie mit Hilfe der Kirchhoffschen Regeln die Differenzialgleichung für einen Schwingkreis mit Ohmschen Widerstand R, Spule L, Kondensator C und äußerer Spannungsquelle U in Serienschaltung auf!

b) Lösen Sie die Differenzialgleichung für den Strom $I(t)$ in komplexer Darstellung mit $U = U_0 e^{i\omega t}$!

c) Zeigen Sie, daß eine reelle Rechnung mit $U = U_0 \cos \omega t$ für die Amplitude I_0 und die Phase φ des Stromes die gleichen Ergebnisse wie in b) liefert.

d) Wie ist die komplexe Darstellung aus b) zu verstehen, wo doch Strom und Spannung als physikalische Größen reell sind? Wieso ist die komplexe Darstellung für die Lösung der Schwingungsgleichung überhaupt legitim?

e) Leiten Sie die in a) gefundene Differenzialgleichung aus dem Energiesatz her: Die äußere Spannungsquelle U muß Arbeit leisten, um den Strom I aufrecht zu erhalten. Diese Arbeit wird in elektrische und magnetische Feldenergie von Kondensator bzw. Spule und in Joulesche Wärme im Widerstand umgesetzt.

Aufgabe 5.2 (): Greensche Funktionen

a) Zeigen Sie, daß

$$\Delta \frac{1}{r} = -4\pi\delta(\vec{r})$$

gilt.
Hinweis: Zeigen Sie zunächst zur Wiederholung (Aufgabe 5.3, SS 99), daß $\Delta \frac{1}{r} = 0$ für $r \neq 0$. Berechnen Sie dann

$$\int_V \Delta \frac{1}{\sqrt{r^2 + a^2}} dV$$

für eine Kugel um $r = 0$ mit Radius R, indem Sie das Volumenintegral in ein Oberflächenintegral umwandeln. Betrachten Sie für Ihr Ergebnis den Grenzwert $a \to 0$.

b) Zeigen Sie mit Hilfe von a), daß

$$(\Delta + k^2) \frac{e^{ikr}}{r} = -4\pi\delta(\vec{r})$$

gilt.

Aufgabe 5.3 (): Reflexion von Schallwellen

Der Telephonverkehr von Unterseebooten erfolgt durch Ultraschall. Dabei werde der Schall aus einer Nickel-Platte auf das Wasser übertragen. Welcher Anteil der Schallintensität dringt dabei in das Wasser ein? Benutzen Sie dazu die Stetigkeit der Auslenkungen und der Spannungen ($\sigma = E\frac{\delta y}{\delta x}$) der einfallenden, der ausfallenden und der durchdringenden Welle! ($c_{Ni} = 4970\ m/s$, $c_{H_2O} = 1435\ m/s$, $\rho_{Ni} = 8.9 g/cm^3$)

Aufgabe 5.4 (): Grundschwingungen einer Kugel

a) Zeigen Sie, das sowohl die auslaufende Kugelwelle
$y(r,t) = \frac{sin(kr-\omega t)}{r}$
als auch die stehende Kugelwelle
$y(r,t) = \frac{sin(kr)}{r} cos(\omega t)$
Lösungen der radialsymmetrischen Wellengleichung sind!

b) Berechnen Sie die Eigenfrequenzen einer Luftgefüllten Kugel ($R = 50\ cm$)!

Viel Erfolg!

(Physik III im Netz: `http://pauli.uni-muenster.de/~schnetm/physik3.html`. Abgabe der Lösungen nächsten Mittwoch zwischen 10^{00} und 12^{30} im Kasten vor Raum 406, Institut für theoretische Physik 1.)