Übungen zur „Experimentalphysik IV: Moderne Optik“ Wintersemester 2004/2005
Weschke/Püttner

1. Übungsblatt

Ausgabe: Donnerstag, 21.10.2004 Übung: Montag, 16:15-17:45 SR E1 (1.1.26)
Abgabe: Donnerstag, 28.10.2004 in der Vorlesung

---

1. Komplexe Zahlen

a) Beweisen Sie die Eulersche Beziehung $e^{i\phi} = \cos\phi + i\sin\phi$

b) Beweisen Sie mit dieser Beziehung die bekannten Additionstheoreme

$$\sin(x+y) = \sin x\cos y + \cos x\sin y$$

$$\cos(x+y) = \cos x\cos y - \sin x\sin y$$

c) Zeigen Sie ebenso

$$\sin(x+y)\sin(x-y) = \cos^2 y - \cos^2 x$$

(4 Punkte)

2. Maxwell-Gleichungen

Rekapitulieren Sie die Formulierung und den Inhalt der Maxwell-Gleichungen im Vakuum.

a) Beschreiben Sie die physikalischen Phänomene, die den Gleichungen zu Grunde liegen.

b) Erklären Sie den Maxwellschen Verschiebungsstrom anhand der Aufladung eines Kondensators.

(4 Punkte)

3. Linearität der Wellengleichung

a) Zeigen Sie, dass mit den Lösungen $\psi_1(x,t)$ und $\psi_2(x,t)$ auch

$$\psi(x,t) = \alpha\psi_1(x,t) + \beta\psi_2(x,t) \qquad (\alpha \text{ und } \beta \text{ reell})$$

eine Lösung der Wellengleichung ist.

(2 Punkte)

4. Kugelwellen

Der Laplace-Operator in Kugelkoordinaten hat die Form

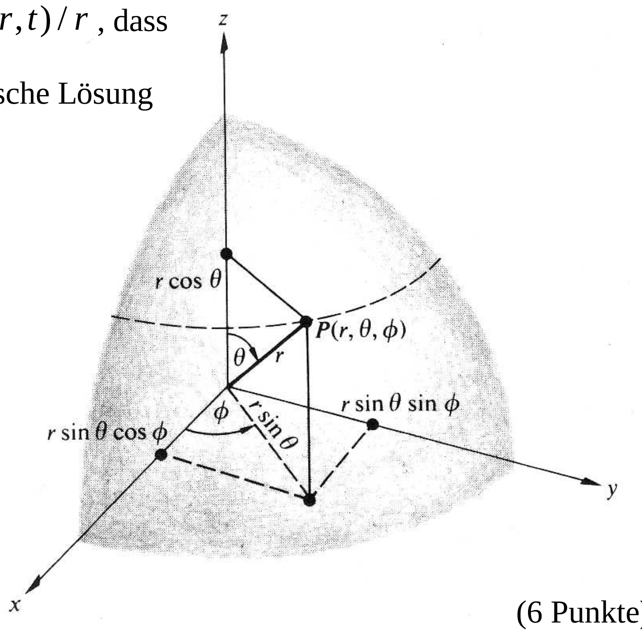
$$\Delta = \frac{1}{r^2}\frac{\partial}{\partial r}\left(r^2\frac{\partial}{\partial r}\right) + \frac{1}{r^2\sin\theta}\frac{\partial}{\partial\theta}\left(\sin\theta\frac{\partial}{\partial\theta}\right) + \frac{1}{r^2\sin^2\theta}\frac{\partial^2}{\partial\varphi^2} .$$

a) Zeigen Sie mit dem Ansatz $\phi(r,t) = \varphi(r,t)/r$, dass

$\phi(r,t) = \frac{A}{r}e^{i(kr-\omega t)}$ eine kugelsymmetrische Lösung der Wellengleichung ist.

b) Argumentieren Sie physikalisch, warum die Amplitude einer Kugelwelle mit $1/r$ abnehmen muss.

c) Diskutieren Sie die Situation in Zylindersymmetrie.



(6 Punkte)