

## Übungsblatt Nr. 14 zur Theorie C für Lehramtskandidaten

**Fragen zur Wiederholung. Keine Wertung.** Die folgenden Fragen dienen als Anreiz zur Wiederholung und können mit einem kurzen Satz oder einer Formel beantwortet werden. Keine Berechnungen anstellen!

- 1** Wie sind  $\delta(x - x')$ ,  $\delta(\mathbf{r} - \mathbf{r}')$  definiert (kartesische Koordinaten)?
- 2** Wie lautet das Volumenelement  $d^3r$  in kartesischen, Zylinder-, Kugelkoordinaten?
- 3** Auf welche Weise könnte man das elektrische Feld  $\mathbf{E}$  einer homogen geladenen Kugel berechnen (mehr als eine Möglichkeit)?  
Wie lautet das Resultat für  $\mathbf{E}$  und das Potential  $\phi$  außerhalb der Kugel?
- 4** Gegeben sei eine beliebige, konstante Ladungsdichte  $\rho(\mathbf{r})$ .  
Welche Gleichung bestimmt das Potential  $\phi(\mathbf{r})$ ?  
Welche Gleichung bestimmt die Greensche Funktion  $G(\mathbf{r}, \mathbf{r}')$ ? Wie lautet  $G(\mathbf{r}, \mathbf{r}')$ ?  
Wie kann man damit  $\phi$  und  $\mathbf{E}$  für beliebiges  $\rho$  berechnen?  
Welches Prinzip wird dabei ausgenutzt?
- 5** Gegeben sei ein geerdeter Hohlraum  $V$ , z.B. eine Hohlkugel. Das Potential  $\phi$  im Inneren unterliegt also der Randbedingung  $\phi(\mathbf{r})|_{\mathbf{r} \in \partial V} = 0$ .  
Wie würden Sie das Potential einer Punktladung im Inneren bestimmen?  
Wie das Potential einer ausgedehnten Ladungsverteilung  $\rho(\mathbf{r})$  im Inneren?
- 6** Gegeben ist eine Ladungsdichte  $\rho(\mathbf{r})$ :  
Wie ist das Mono-, Dipol-, Quadrupolmoment definiert?  
Wann darf die Multipolentwicklung für das Potential  $\phi$  angewendet werden?
- 7** Man betrachte eine konstante Stromdichte  $\mathbf{j}(\mathbf{r}) = j(\bar{r}) \mathbf{e}_z$ ,  $\bar{r} = \sqrt{x^2 + y^2}$ :  
Wie läßt sich das Magnetfeld  $\mathbf{B}$  bestimmen?  
Wie lautet  $\mathbf{B}$  für einen unendlich langen Draht?
- 8** Wie lautet das magnetische Dipolmoment  $\mathbf{m}$  einer Leiterschleife in der  $x$ - $y$ -Ebene, die vom Strom  $I$  durchflossen wird?
- 9** Eine irgendwie geformte Drahtschleife liegt in der  $x$ - $y$ -Ebene, in einem Magnetfeld in  $z$ -Richtung. Die Enden der Schleife sind an einem Voltmeter angeschlossen.  
Wie kann man nun eine Spannung induzieren?  
Wie bestimmt man Richtung und Betrag der Spannung?
- 10** Wie lautet die eindimensionale Gleichung für Lichtwellen und deren allgemeine Lösung?
- 11** Wie werden ganz allgemein  $\mathbf{E}$  und  $\mathbf{B}$  aus den Potentialen  $\phi(\mathbf{r}, t)$  und  $\mathbf{A}(\mathbf{r}, t)$  gebildet?  
Was ist eine Eichtransformation?

Bitte wenden ...

- 12** Man betrachte eine ebene, harmonische Wellen mit  $\mathbf{k}$  und  $\omega = |\mathbf{k}|c$ .  
Wie sind  $\mathbf{E}$ ,  $\mathbf{B}$  und  $\mathbf{k}$  orientiert?  
Geben Sie  $|\mathbf{E}(\mathbf{r}, t)|$  und  $|\mathbf{B}(\mathbf{r}, t)|$  an.
- 13** Was versteht man unter einer Fourier-Transformation  $f(t) \rightarrow \tilde{f}(\omega)$  bzw.  $f(\mathbf{r}) \rightarrow \tilde{f}(\mathbf{k})$ ?
- 14** Eine Antenne sei idealisiert durch eine Ladung  $e$ , die auf der  $z$ -Achse zwischen  $z = +d$  und  $z = -d$  harmonisch oszilliert.  
Wie würden Sie  $\mathbf{E}(\mathbf{r}, t)$  und  $\mathbf{B}(\mathbf{r}, t)$  berechnen?  $\mathbf{r} = (r, \vartheta, \varphi)$   
Was kommt qualitativ heraus für  $|\mathbf{E}|$  und  $|\mathbf{B}|$  als Funktion von  $r$  und  $\vartheta$ ? Was ergibt  $\mathbf{E} \cdot \mathbf{B}$ ?  
Wie würden Sie die Leistung (Energie / Zeit), die durch eine Kugeloberfläche mit Radius  $R$  abgestrahlt wird, berechnen?
- 15** Wodurch ist ein Bezugssystem, ein Inertialsystem charakterisiert?  
Wozu braucht man die Galileitransformation, die Lorentztransformation?
- 16** Was genau verstehen Sie unter Zeitdilatation, Längenkontraktion?
- 17** Wie hängen Impuls und Energie in der Relativistik zusammen?
- 18** Welche Energie haben die beiden Photonen, die bei der Annihilation eines  $e^+e^-$ -Paares entstehen?  $E_{kin}$  der  $e^\pm$  ist 0, die Ruhemasse eines  $e^\pm$  ist  $m_0c^2 = 511 \text{ keV}$ .  
Welche Wellenlänge hat das emittierte Licht?  
Kann ein Photon in ein  $e^+e^-$ -Paar zerfallen? (Betrachte das Schwerpunktsystem des  $e^+e^-$ -Paares).
- 19** Wozu sind 4er Vektoren gut?
- 20** Welche Bedeutung hat die Wellenfunktion in der Quantenmechanik?  
Durch welche Gleichung wird die Wellenfunktion bestimmt?

— Besprechung in den Übungsgruppen ab Dienstag, 08.02.05 —

### KLAUSUR:

Donnerstag, 10.02.05, 17:45–19:45 Uhr im Lehmann HS

#### Erlaubte Hilfsmittel:

Ein einziges eigenhändig beschriebenes A4 Blatt (Vorder- und Rückseite),  
Schreibgerät (Kein Papier! Papier wird gestellt.)

Stellen Sie sicher, daß Ihr Handy ausgeschaltet ist, oder lassen Sie es zu Hause.