2. Klausur zur Vorlesung "Theoretische Physik 3BC" (Elektrodynamik) – WS 00/01

Ort: HS3 (Garching)

Zeit: Dienstag 6.2.2001, 9.15 - 11.00 Uhr

Blättern Ihren Namen, Ihr Geburtsdatum und Ihre Übungsgruppe ein. Fangen Sie bitte für jede der Anmerkungen: Bitte tragen Sie auf dem Deckblatt sowie allen weiteren von Ihnen beschriebenen 4 Aufgaben eine neue Seite an.

Für die Klausur sind **keine Hilfmitte**l (z.B. Formelsammlung, Vorlesungsnotizen, Taschenrechner, etc.) zugelassen. In den 4 Aufgaben können insgesamt 45 Punkte erreicht werden.

Bitte heften Sie bei Abgabe Ihrer Klausur alle Blatter + Deckblatt mittels eines Hefters zusammen. Wir wünschen viel Erfolg!

- 1) a) Wie lauten die allgemeinen Maxwell-Gleichungen in der Gegenwart allgemeiner Ladungs- und physikalische Bedeutung aller auftretenden Größen und Symbole. Geben Sie explizit an, welches Stromverteilungen für dynamische elektromagnetische Felder im einem homogenen Medium mit elektrischer/magnetischer Suszeptibilität χ_e/χ_m in differentieller Form? Erklären Sie kurz die Einheitensystem Sie gewählt haben. (4P)
 - b) Leiten Sie mit Hilfe Ihnen bekannter Integralsätze die *integrale Form* der Maxwell-Gleichungen Geben Sie wiederum explizit an, welches Einheitensystem und welche Integralsätze Sie verwendet aus Teilaufgabe 1a für allgemeine elektromagnetische Felder im oben spezifizierten Medium her.
- unter einem Einstrahlwinkel α_i relativ zur Flächennormalen. Ein Teil der Welle wird ins Vakuum Eine elektromagnetische Welle mit Frequenz ω trifft aus dem Vakuum auf ein Medium (ϵ_M, μ_M) zurück reflektiert, der Rest dringt ins (ladungsfreie) Medium ein.
 - a) Welche Kontinuitätsbedingungen gelten für die elektrische/magnetische Feldstärke der Welle bei Eintritt in das Medium? (4P)
- b) Leiten Sie das Snell'sche Brechungsgesetz für den vorliegenden Fall aus a) her. (4P)
 - c) Was passiert wenn α_i dem sogenannten Brewster-Winkel entspricht? (2P)
- a) Geben Sie die Komponenten des in der Elektrodynamik verwendeten metrischen Tensors $g^{\mu\nu}$ b) Berechnen Sie $\sum_{\mu=0...3} g^{\mu}_{\mu}$. (1P) im Minkowski-Raum an. (1P)
- c) Wie lautet die Kontinuitätsgleichung der Elektrodynamik? Was sagt diese Gleichung physikalisch aus? (2P)
- d) Definieren Sie den 4er-Vektor der kovanianten Ableitung komponentenweise. (1P)
- e) Geben Sie mit Hilfe von d) die kovariante Form der Kontinuitätsgleichung an, indem Sie komponentenweise den 4er-Vektor elektromagnetischen Stromes definieren. (2P)
- f) Wie bestimmt man die elektrische und die magnetische Feldstärke aus einem gegebenen elektrostatischen Skalar-Potential und einem gegebenen elektrostatischen Vektor-Potential? (1P)
- g) Geben Sie die Komponenten des kovarianten 4er-Vektor Potentials A_{μ} an. (1P)
- h) Definieren Sie mit Hilfe der kovarianten Ableitung (siehe Aufgabe d) und dem in g) definierten 4
er-Vektor Potential den kovarianten elektromagnetischen Feldstärke Tensor
 $F_{\mu\nu}.~(1\mathrm{P})$
- i) Beredmen Sie $\sum_{\mu,\nu=0...3} g^{\mu\nu} F_{\mu\nu}$. (1P) j) Wieviele unabhängige Komponenten besitzt $F_{\mu\nu}$? Geben Sie explizit die Komponenten von

4) Gegeben sei eine elektromagnetische Welle, die sich in x-Richtung mit Wellenzahl k und Freque ω im Vakuum bewegt, beschrieben durch das in z-Richtung weisende Vektorpotential

$$\vec{A}(\vec{x},t) = A_0 \ \hat{e}_z \ e^{i(kx-\omega t)}$$

- a) Geben Sie eine möglichst einfache Darstellung der Wellengleichung an, der \overrightarrow{A} genügt. (1P)
- b) Warum gibt es für Frage a) keine eindeutige Lösung? Welche Wahl haben sie in a) getroffen
- c) Leiten Sie die Dispersionsbeziehung $\omega = \omega(k)$ für die gegebene Welle im Vakuum aus a) a
 - Wie verallgemeinert sich diese Beziehung in einem isotropen Medium? (2P)
- d) Berechnen Sie die zeitlich gemittelte elektromagnetische Feldenergie pro Volumeneinheit,
 - in dieser Welle im Vakuum gespeichert ist. (3P)
- e) Berechnen Sie den zeitlich gemittelten Poynting-Vektor dieser Welle im Vakuum. Welche pl sikalische Information ist im Poynting-Vektor enthalten? (3P)
- f) Berechnen Sie für v << c den ersten nichtverschwindenden Term des longitudinalen Dop lereffekts für die gegebene Welle. Wie muß sich der Sensor bewegen um eine Frequenzerhöhu nachzuweisen? (3P)
- g) Bestimmen Sie für v << c den ersten nichtverschwindenden Term des transversalen Doppl effekts für die gegebene Welle. (2P)