1. Klausur zur Theoretischen Physik II SS 2003

- **Aufgabe 1 :**

  Gegeben sei die magnetische Induktion einer ebenen elektromagnetischen Welle im Vakuum

  $$\vec{B}(\vec{r},t) = B_o \cos(ky - \omega t)\, \vec{e}_x - B_o \sin(ky - \omega t)\, \vec{e}_z$$

  a) In welche Richtung breitet sich die Welle aus ?
  Welcher Polarisationszustand liegt vor ? Begründen Sie Ihre Aussage !

  b) Berechnen Sie die Komponenten des elektrischen Feldes $\vec{E}$ und zeigen Sie, daß $\vec{E}$ und $\vec{B}$ orthogonal zueinander sind !

- **Aufgabe 2 :**

  Die Felder einer ebenen Welle in z-Richtung können wie folgt dargestellt werden:

  $$\vec{E} = (E_{ox}\vec{e}_x + E_{oy}\vec{e}_y)e^{i(kz-\omega t)}$$
  $$\vec{B} = (B_{ox}\vec{e}_x + B_{oy}\vec{e}_y)e^{i(kz-\omega t)}$$

  a) In welche Richtung breitet sich die Welle aus ? Werten Sie alle Relationen aus, die zwischen den Vektoren $\vec{E}$, $\vec{B}$, $\vec{k}$ bestehen ! Welcher Zusammenhang besteht zwischen den Konstanten E_{ox}, E_{oy}, B_{ox}, B_{oy} ?
  Drücken Sie das Magnetfeld mit Hilfe der Konstanten E_{ox} und E_{oy} aus !

  b) Geben Sie eine relle Darstellung der Felder $\vec{E}$ und $\vec{B}$ für den Spezialfall $E_{oy} = 0$ an ! Welcher Polarisationszustand liegt vor ? Zeigen Sie, daß $\vec{k}, \vec{E}, \vec{B}$ ein orthogonales Dreibein bilden !

- **Aufgabe 3 :**

  Zeigen Sie die Invarianz bei Lorentz-Transformation

  a) für den Wellenoperator $\Box = \partial^\mu \partial_\mu$;

  b) für die Wellengleichung des Vierer-Potentials $\Box A^\nu = \mu_o\, j^\nu$;

  c) für den Viererskalar $\partial_\mu j^\mu$.
  Welche Gleichung verbirgt sich hinter der Vierer-Schreibweise $\partial_\mu\, j^\mu = 0$?

- **Aufgabe 4 :**

  Zwei Inertialsysteme Σ und Σ' bewegen sich gegeneinander mit der Relativgeschwindigkeit $\vec{V} = V\, \vec{e}_x$.

  a) Zeigen Sie, welche Beziehungen aus der speziellen Lorentz-Transformation für die Differentiale dx' , dt' sowie für die partielle Zeitableitung $\partial/\partial t'$ resultieren !

  b) Berechnen Sie mit Hilfe von a) das Transformationsgesetz für die lateralen Geschwindigkeitskomponenten v_y, v_z !

- Aufgabe 5 :

  Zwei Inertialsysteme Σ und Σ' bewegen sich gegeneinander mit der Relativgeschwindigkeit $\vec{V} = V\,\vec{e}_x$.
  In Σ werden 2 Ereignisse am gleichen Ort x_o in einem zeitlichen Abstand von 4 Sekunden beobachtet.
  In Σ' beträgt der zeitliche Abstand der beiden Ereignisse 5 Sekunden.

  a) Leiten Sie aus der speziellen Lorentz-Transformation die Beziehungen zur Transformation der räumlichen und zeitlichen Intervalle ab !

  b) Mit welcher Relativgeschwindigkeit V bewegen sich die beiden Inertialsysteme gegeneinander ?
  Wie gross ist der räumliche Abstand der beiden Ereignisse in Σ' ?