

1. Übungsblatt zur Theoretischen Physik III: Elektrodynamik**Abgabe:** bis Mittwoch 28.10.2009 12:15 Uhr in der Vorlesung.**Aufgabe 1 (8 Punkte):** *Vektoralgebra/Einsteinsche Summenkonvention*Das total antisymmetrische Levi-Civita-Symbol ϵ_{ijk} ist in drei Dimensionen folgendermaßen definiert:

$$\epsilon_{ijk} := \begin{cases} 1 & (i, j, k) \text{ gerade Permutation von } (1, 2, 3) \\ -1 & (i, j, k) \text{ ungerade Permutation von } (1, 2, 3) \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

Benutzen Sie für die folgenden, in der Elektrodynamik wichtigen Ausdrücke die Einsteinsche Summenkonvention.

(a) Berechnen Sie für eine zweifach stetig differenzierbare Funktion $\phi(\mathbf{r})$ bzw. ein zweifach stetig differenzierbares Vektorfeld $\mathbf{A}(\mathbf{r})$: (i) $\nabla \times (\nabla \times \mathbf{A})$, (ii) $\nabla \cdot (\nabla \times \mathbf{A})$, (iii) $\nabla \times \nabla \phi$, (iv) $\nabla \cdot (\phi \mathbf{A})$.**(b)** Beweisen Sie folgende wichtige Identitäten:

$$\begin{aligned} \mathbf{A} \times (\mathbf{B} \times \mathbf{C}) &= \mathbf{B}(\mathbf{A} \cdot \mathbf{C}) - \mathbf{C}(\mathbf{A} \cdot \mathbf{B}) \\ \mathbf{A} \cdot (\mathbf{B} \times \mathbf{C}) &= \mathbf{C} \cdot (\mathbf{A} \times \mathbf{B}) = \mathbf{B} \cdot (\mathbf{C} \times \mathbf{A}) \end{aligned}$$

(c) Berechnen Sie ∇r sowie, für $r \neq 0$, $\nabla(1/r)$ und $\Delta(1/r)$, wobei $r = |\mathbf{r}|$.**(d)** Für welche Funktionen $f(r)$ ist das Vektorfeld $\mathbf{A}(\mathbf{r}) = f(r)\mathbf{r}$ auf dem Gebiet $\mathbb{R}^3 \setminus \{0\}$ quellfrei?**Aufgabe 2 (2 Punkte):** *Integralsätze*

Berechnen Sie Ausdrücke 1(a)(ii) und 1(a)(iii) mittels der Sätze von Gauß und Stokes.

Aufgabe 3 (10 Punkte): *Krummlinige Koordinaten***(a)** Schreiben Sie die Koordinatentransformation zwischen kartesischen Koordinaten (x, y, z) und Kugelkoordinaten (r, φ, θ) in beiden Richtungen.**(b)** Beschreiben Sie die durch Konstantsetzen jeweils einer der neuen Koordinaten r, φ, θ erhaltenen Hyperflächen. Bestimmen Sie die neuen Einheitsvektoren $\mathbf{e}_r, \mathbf{e}_\varphi, \mathbf{e}_\theta$ sowie deren Ableitungen $\partial_i \mathbf{e}_j$ ($i, j = r, \varphi, \theta$). Zeigen Sie deren Orthonormalität.**(c)** Stellen Sie ∇ in den neuen Koordinaten auf, d.h. bestimmen Sie die Differentialoperatoren D_i in $\nabla = \mathbf{e}_r D_r + \mathbf{e}_\varphi D_\varphi + \mathbf{e}_\theta D_\theta$. Wie sieht der Laplace-Operator $\Delta = \nabla \cdot \nabla$ in den neuen Koordinaten aus?**(d)** Stellen Sie die δ -Funktion $\delta(\mathbf{r} - \mathbf{r}_0)$ in den neuen Koordinaten auf.**Bitte Rückseite beachten! →**

1. Übung TPIII WS 09

Termine:

- **Vorlesung:** Mittwochs 12 - 14 Uhr und Freitags 10 - 12 Uhr im EW 203
- **Tutorien:** siehe Vorlesungshomepage

Scheinkriterien:

- 60% der Übungspunkte (Abgabe in Dreiergruppen!).
- Regelmäßige und aktive Teilnahme an den Tutorien.
- Bestandene Klausur.

Die Klausur findet am Mittwoch, 03.02.2010 statt.

Literatur zur Lehrveranstaltung:

- J. D. Jackson, Klassische Elektrodynamik (de Gruyter)
- W. Nolting, Grundkurs der Theoretischen Physik, Bd. 3: Elektrodynamik (Springer)
- T. Fließbach, Elektrodynamik (Spektrum)
- H. Haken, Licht und Materie (BI)
- L. Landau, E. Lifschitz, Lehrbuch der Theoretischen Physik, Bd. 2 (Akademie-Verlag)
- R. Feynman, Feynman Lectures in Physics, Bd. 2 (Oldenbourg)

Es existiert in der Abteilungsbibliothek Physik ein Semesterapparat zu dieser Vorlesung.

Hinweise:

Die **Übungspunkte** können über das MOSES-Konto abgefragt werden, wofür der Link auf der Vorlesungshomepage http://www.itp.tu-berlin.de/menue/lehre/lv/ws09_10/pvbs/edynamik/ benutzt werden kann.

Die Übungsblätter werden am Freitag in der Vorlesung ausgegeben. Die Abgabe erfolgt dann (12 Tage später) am Mittwoch in der Vorlesung. Später abgegebene Übungsblätter können nicht mehr berücksichtigt werden!! Es wird voraussichtlich insgesamt zehn reguläre Übungsblätter geben.

Bitte bearbeiten Sie die Übungszettel in Dreiergruppen und schreiben Sie Ihre Namen und Ihre Matrikelnummern auf die Zettel.