Technische Universität Berlin
Institut für Theoretische Physik
Prof. Dr. A. Knorr
Dipl.-Phys. Christopher Witte
Dipl.-Phys. Juliane Strassner 18. Oktober 2001

1. Übungsblatt zur Einführung in die Theoretische Physik II

Abgabe: Donnerstag 1.11.01 in der Vorlesung

Aufgabe 1 (12 Punkte): *Vektorfelder*
Elektrische und magnetische Felder sind Vektorfelder. Die Grundgleichungen der Elektrodynamik sind partielle Differentialgleichungen, die mit den Vektoroperatoren rot *und* div *formuliert werden. Wir üben daher den Umgang mit solchen Feldern und den Operatoren.*

Es sei $\vec{v} : \mathbb{R}^3 \to \mathbb{R}^3, \vec{r} \mapsto \vec{v}(\vec{r})$ ein Vektorfeld, das unabhängig von x_3 sei, keine Komponente in die $\vec{\mathbf{e}}_3$-Richtung besitze und im Uhrzeigersinn (von oben gesehen) um die x_3-Achse rotiere. Die Richtung des Feldes in der x_1-x_2-Ebene sei tangential zu den konzentrischen Kreisen in dieser Ebene um den Ursprung. Die Stärke des Feldes sei proportional zu ρ^{-1}, wobei ρ der Abstand von der x_3 Achse sei.

1. Skizziere den Verlauf des Vektorfeldes.
2. Schreibe das Vektorfeld in kartesischen Koordinaten (x_1, x_2, x_3).
3. Schreibe das Feld in Zylinderkoordinaten (ρ, ϕ, z).
4. Schreibe das Feld in Kugelkoordinaten (r, θ, ϕ).
5. Welche Koordinaten sind am sinnvollsten? Begründe die Antwort.
6. Berechne die Rotation des Vektorfeldes $\nabla \times \vec{v}\,[= \mathrm{rot}\,\vec{v}]$.

Anmerkung zum Studienreformprojekt: *Die Aufgabe soll im Tutorium im Rahmen der* PHASE 1: VERSTEHEN DES PROBLEMS *des Projekts behandelt werden. Die Aufgabe wurde daher so formuliert, dass die Formalisierung des Problems nicht sofort offensichtlich ist. Überlegt daher speziell, welche Definitionen hier relevant sind und wie diese lauten (z.B. Vektorfeld, Koordinatensysteme).*

Aufgabe 2 (8 Punkte): *Rotation und Integral*
In dieser Aufgabe soll eine Rechnung aus der VL, die den rot*-Operator beinhaltet, nachvollzogen werden.*

Es sei $\rho(\vec{r})$ eine Ladungsdichte, die nur in einem begrenzten Raumgebiet K von Null verschieden sei. Zeige, dass die folgende Identität für Punkte außerhalb des Gebietes K, wie in der VL behauptet, gilt:

$$\nabla \times \iiint dV' \frac{\rho(\vec{r}')}{4\pi\epsilon_0} \frac{\vec{r} - \vec{r}'}{|\vec{r} - \vec{r}'|^3} = 0.$$

Bemerkung: die Identität gilt tatsächlich auch innerhalb von K*. Dies ist allerdings etwas aufwendiger zu zeigen.*

Bitte Rückseite beachten!⟶

Scheinkriterien:

- Mindestens 50% der Übungspunkte (Abgabe in Dreiergruppen).
- Bestandene Klausur.
- Aktive Teilnahme am Tutorium.

Es wird insgesamt 12 reguläre Übungsblätter geben. Es wird noch ein weiteres freiwilliges Übungsblatt geben.
Es werden acht Tutorien eingerichtet.
Termine der Tutorien:

- Montag 12-14 Uhr, PN 209
- Dienstag 08-10 Uhr, PN 209 u. PN 731
- Dienstag 12-14 Uhr, PN 209 u. PN 731
- Mittwoch 14-16 Uhr, PN 209
- Donnerstag 16-18 Uhr, PN 209
- Freitag 12-14 Uhr, PN 209

Eine **große Übung** findet bei Bedarf zu (in der VL) angekündigten Terminen statt. Sie dient lediglich der Vertiefung und Erklärung mathematischer Sachverhalte und ist nicht obligatorisch.

Termin: Fr 14.15 im PN 203 (unregelmäßig)

Zur Erinnerung: die **Vorlesung** findet

- Mittwoch 10.15-11.45 Uhr, PN 203
- Donnerstags 10.15-11.45 Uhr, PN 203

statt.

Literatur:

- T. Fließbach: *Elektrodynamik* (Spektrum 1997)
  Im Gauß'schen System (CGS). Druckfehler.
- J.D. Jackson: *Klassische Elektrodynamik* (de Gruyter 1983)
  Ausführlich. DAS Standardwerk. Neuere Ausgabe teils im SI-System.
- S. Großmann: *Mathematischer Einführungskurs in die Physik* (Teubner)
- Berendt/Weimar: *Mathematik für Physiker* (Akademie-Verlag)

Kontakt: wwwitp.physik.tu-berlin.de