Technische Universität Berlin – Institut für Theoretische Physik 16. Oktober 2015
http://www.tu-berlin.de/?edynamik15

Prof. Dr. Holger Stark
Johannes Blaschke, Alice von der Heydt, Benjamin Lingnau, Maria Zeitz,
Samuel Brem, Christopher Wächtler

1. Übungsblatt – Theoretische Physik III: Elektrodynamik

Abgabe: Fr. 23.10.2015 bis 14:00 Uhr, Briefkasten ER-Gebäude

M Aufgabe 1: *Differentialoperatoren in krummlinigen Koordinaten*

Für ein Koordinatensystem $\{x_i\}$ $(i \in \{1 \ldots d\})$ mit Basisvektoren $\mathbf{e}_i = \frac{(\partial \mathbf{r}/\partial x_i)}{|\partial \mathbf{r}/\partial x_i|}$ und dem Ortsvektor $\mathbf{r} = (x_1, \ldots, x_d)^T$ ist der Gradient definiert durch

$$\nabla = \sum_{i=1}^{d} \mathbf{e}_i \frac{1}{|\partial \mathbf{r}/\partial x_i|} \frac{\partial}{\partial x_i}$$

Die Divergenz eines Vektorfeldes $\mathbf{a} = \sum_{i=1}^{d} a_i \mathbf{e}_i$ kann damit geschrieben werden als $\nabla \cdot \mathbf{a}$. Bestimmen Sie den Gradienten ∇, die Divergenz und anschließend den Laplace-Operator $\nabla \cdot \nabla = \Delta$ in Kugelkoordinaten $\{r, \vartheta, \varphi\}$.

S Aufgabe 2 (6 Punkte): *Vektoranalysis I*

Zeigen Sie mit Hilfe der Darstellung der Rotation durch den Levi-Civita-Tensor, dass für die zweimalige Anwendung des Rotationsoperators auf ein Vektorfeld $\mathbf{a}$

$$\nabla \times \nabla \times \mathbf{a} = \nabla(\nabla \cdot \mathbf{a}) - \nabla \cdot \nabla \mathbf{a}$$

gilt, wobei der Laplace-Operator auf jede Komponente von $\mathbf{a}$ wirkt.

S Aufgabe 3 (14 Punkte): *Poisson-Gleichung für Punktladung im Ursprung*

Um die bekannte Identität für ein $1/r$-Potential

$$\Delta \left(\frac{1}{r} \right) = -4\pi \delta(\mathbf{r})$$

(mit $\delta(\mathbf{r})$ der Dirac'schen Deltafunktion in $3d$) zu zeigen, gehen Sie wie folgt vor:

1. Verwenden Sie für $r \neq 0$ den Laplace-Operator in Kugelkoordinaten für eine radialsymmetrische Funktion,

$$\Delta f(r) = \frac{1}{r} \frac{\partial^2}{\partial r^2} \big(r f(r) \big)$$

   (vgl. Aufgabe 1).

2. Um für $r = 0$ die definierende Eigenschaft einer Deltafunktion zu zeigen, integrieren Sie $\Delta(1/r)$ mit Hilfe des Gaußschen Satzes über da Volumen einer Kugel von beliebigem Radius um den Ursprung.

Zum Übungsbetrieb: Die Übungsaufgaben teilen sich auf in mündliche M und schriftliche S Aufgaben. Die Bedingung für die Vergabe eines Übungsscheins gliedert sich daher in zwei Teile:

- Es müssen mindestens 50% der schriftlichen Übungspunkte erreicht werden. Die Abgabe erfolgt in Dreiergruppen. Ab dem zweiten Übungsblatt werden Einzel- und Zweierabgaben nicht mehr akzeptiert!
- Vorrechnen: Jeder Student kreuzt vor jeder Übung diejenigen Aufgaben auf einer ausliegenden Liste an, die er oder sie bearbeitet hat. Wer eine Aufgabe angekreuzt hat, ist bereit diese Aufgabe an der Tafel vorzurechnen. Für den mündlichen Teil des Scheinkriteriums müssen am Ende des Semesters in Summe 50% der mündlichen Aufgaben angekreuzt sein.

	Mo	**Di**	**Mi**	**Do**	**Fr**
08-10					EW 203 HS
10-12				EB 133C AH/MZ	BH-N 333 BL/JB
12-14	ER 164 CW	H 3012 SB	EW 203 HS		
14-16			H 1029 CW		
16-18			BH-N 333 SB		

Sprechstunden			
HS	Prof. Dr. Holger Stark	Fr 11:30–12:30	EW 709
AH	Alice von der Heydt	Do 13–14	EW 266
BL	Benjamin Lingnau	Di 14–15	EW 629
CW	Christopher Wächtler	Mo 14–15	EW 060
JB	Johannes Blaschke	Di 10–11	EW 708
MZ	Maria Zeitz	Mi 10–11	EW 702
SB	Samuel Brem	Di 11–12	EW 060