

Prof. Dr. Tobias Brandes

Dr. Javier Cerrillo, Dr. Torben Winzer, Samuel Brem BSc, Henrik Kowalski BSc, Sina Böhling, Jonas Rezacek

9. Übungsblatt – Mathematische Methoden der Physik SS 2015**Abgabe: Fr. 26.06.2015 bis 12:00 Uhr, Briefkasten ER-Gebäude***Bei den schriftlichen Ausarbeitungen werden ausführliche Kommentare zum Vorgehen erwartet. Dafür gibt es auch Punkte! Die Abgabe soll in Dreiergruppen erfolgen.***Aufgabe 26 (6 Punkte): Gradient**Der Gradient für allgemeine krummlinige Koordinaten u^i wird als

$$(1) \quad \nabla f = \frac{\partial f}{\partial u^i} \frac{\mathbf{g}_i^*}{|\mathbf{g}_i^*|}$$

dargestellt, mit der entsprechenden normierten kovarianten Basis \mathbf{g}_i^* .

1. (2 Punkte) Berechnen Sie den Gradienten in Zylinderkoordinaten im R^3 , ausgedrückt in der normierten kovarianten Basis *und* in der kartesischen Basis.
2. (2 Punkte) Berechnen Sie den Gradienten in sphärischen Polarkoordinaten im R^3 , ausgedrückt in der normierten kovarianten Basis.
3. (2 Punkte) Berechnen Sie den Gradienten in der kartesischen Basis von:

(a) $U(x, y, z) = 4xz^2 + 3yz$

(b) $W(\rho, \phi, z) = 2\rho(1 + z^2) \cos \phi$

Aufgabe 27 (5 Punkte): KurvenintegraleDas Kraftfeld $\mathbf{F}(\mathbf{x})$ ergibt sich aus dem Gradienten des 2D-Potentials

$$(2) \quad \Phi(\mathbf{x}) = x^2 - y^2.$$

1. (0,5 Punkte) Berechnen Sie das Kraftfeld $\mathbf{F}(\mathbf{x})$.
2. (2 Punkte) Berechnen Sie die Arbeit entlang des Kreisbogens um den Ursprung zwischen $\mathbf{x}_0 = (1, 0)$ und $\mathbf{x}_f = (0, 1)$ (im Uhrzeigersinn).
3. (2,5 Punkte) Berechnen Sie die Arbeit entlang des Weges von $\mathbf{x}_0 = (1, 0)$ nach $\mathbf{x}_1 = (0, 0)$ und weiter nach $\mathbf{x}_f = (0, 1)$. Diskutieren Sie das Ergebnis.

Aufgabe 28 (6 Punkte): Nicht-konservative Kraftfelder

Betrachten Sie das Kraftfeld

$$(3) \quad \mathbf{F}(\mathbf{x}) = 2 \begin{pmatrix} -y \\ x \end{pmatrix}.$$

1. (2 Punkte) Berechnen Sie die Arbeit entlang des Kreisbogens um den Ursprung zwischen $\mathbf{x}_0 = (1, 0)$ und $\mathbf{x}_f = (0, 1)$ (im Uhrzeigersinn).
2. (2 Punkte) Berechnen Sie die Arbeit entlang des Weges von $\mathbf{x}_0 = (1, 0)$ nach $\mathbf{x}_1 = (0, 0)$ und weiter nach $\mathbf{x}_f = (0, 1)$.
3. (2 Punkte) Beweisen Sie, dass $\mathbf{F}(\mathbf{x})$ kein konservatives Kraftfeld ist, indem Sie zeigen, dass es nicht durch ein Potential erzeugt werden kann.

Bitte Rückseite beachten! →

9. Übung MM SS 2015

Aufgabe 29 (3 Punkte): *Steilste Kurve*

Für ein skalares Feld $\Phi(\mathbf{r})$ genügt die steilste Kurve $\mathbf{r}(s)$ der Bedingung

$$(4) \quad \mathbf{t}(s) = -\nabla\Phi(\mathbf{r}),$$

wobei $\mathbf{t}(s) = \frac{d}{ds}\mathbf{r}(s)$ ein Vektor ist, der proportional zum Tangentialvektor zur Kurve ist. Berechnen Sie $\mathbf{r}(s)$ für

1. $\Phi(\mathbf{r}) = x^2 - y^2$ und
2. $\Phi(\mathbf{r}) = x^2 + y^2$.
3. Diskutieren Sie die Grenzwerte der beiden Komponenten von $\mathbf{r}(s)$.

Vorlesung: • Donnerstags 08–10 Uhr im EW 201

Übungen:

Mo	10–12 Uhr	EW 731, EW 229
Mo	14–16 Uhr	EW 114, EW 229
Di	12–14 Uhr	EW 229, EW 733
Di	16–18 Uhr	EW 114, EW 229
Do	16–18 Uhr	EW 731
Fr	10–12 Uhr	EW 731

Scheinkriterien: • Mindestens 50% der Übungspunkte

- Bestandene Klausur
- Regelmäßige und aktive Teilnahme in den Tutorien

Sprechzeiten:

Prof. Dr. Tobias Brandes	EW 744	Mo	13-14 Uhr	brandes@physik.tu-berlin.de
Dr. Javier Cerrillo	EW 705	Mi	11-12 Uhr	cerrillo@tu-berlin.de
Dr. Torben Winzer	EW 703	Mi	16-17 Uhr	t.winzer@mailbox.tu-berlin.de
Sina Böhling	EW 060	Mi	09-10 Uhr	sina.boehling@campus.tu-berlin.de
Samuel Brem	EW 060	Do	15-16 Uhr	samuel.brem@physik.tu-berlin.de
Henrik Kowalski	EW 060	Mo	16-17 Uhr	henrik@physik.tu-berlin.de
Jonas Rezacek	EW 060	Di	14-15 Uhr	rezacek@campus.tu-berlin.de

Hinweise:

Die Übungsblätter werden bis Freitag 12 Uhr im Briefkasten des ER-Gebäudes abgegeben.

Weitere Informationen können auf der Vorlesungshomepage des Instituts für Theoretische Physik gefunden werden.