

Prof. Dr. Andreas Knorr,  
 Alexander Carmele, Stefan Fruhner, Ken Lichtner, Helge Neitsch, Andrea Vüllings,  
 Sarah Loos, Anke Zimmermann

#### 4. Übungsblatt – Mathematische Methoden in der Physik

**Abgabe: Fr. 25.05.2012 bis 14:00 Uhr, Briefkasten ER-Gebäude**

Bei den schriftlichen Ausarbeitungen werden ausführliche Kommentare zum Vorgehen erwartet. Dafür gibt es auch Punkte! Die Abgabe soll in Zweiergruppen erfolgen. Bitte geben Sie Ihre Namen, Matrikelnummern und das Tutorium (Tutor und Termin) an.

**Aufgabe 11 (6 Punkte):** *Fouriertransformation*

Die Fouriertransformierte einer Funktion  $f(t)$  ist wie folgt definiert:

$$\tilde{f}(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-i\omega t} dt. \quad (1)$$

Berechnen Sie für folgende Funktionen die Fouriertransformierte:

$$f_1(t) = a_0 e^{-\gamma t} \Theta(t), \quad f_2(t) = a_0 e^{-t^2 \gamma^2}, \quad f_3(t) = a_0, \quad f_4(t) = a_0 \delta(t), \quad (2)$$

wobei die *Heavyside-Funktion* definiert ist als  $\Theta(t) = \begin{cases} 1, & t \geq 0 \\ 0, & t < 0 \end{cases}$ .

**Aufgabe 12 (7 Punkte):** *Drehimpuls und Drehmoment*

Man gebe für einen Massenpunkt  $m$  mit der Bahn  $\mathbf{r} = (a \cos(\omega t), b \sin(\omega t))^T$  den Drehimpuls  $\mathbf{L}$  und das Drehmoment  $\mathbf{D}$  mit

$$\mathbf{L} = \mathbf{r} \times \mathbf{p} = m(\mathbf{r} \times \mathbf{v}) \quad (3)$$

$$\mathbf{D} = \mathbf{r} \times \mathbf{F} \quad (4)$$

in Bezug auf den Ursprung an.

Interpretieren Sie das Ergebnis physikalisch! Welche Art von System wird beschrieben?

**Aufgabe 13 (7 Punkte):** *Levi-Civita-Symbol und Kreuzprodukt*

Das Levi-Civita-Symbol sei gegeben durch

$$\varepsilon_{ijk} = \begin{cases} +1 & \text{falls } (ijk) \text{ gerade Permutation von } (123) \\ -1 & \text{falls } (ijk) \text{ ungerade Permutation von } (123) \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

Zeigen Sie folgende Relationen

$$\varepsilon_{ijk} \varepsilon_{imn} = \delta_{jm} \delta_{kn} - \delta_{jn} \delta_{km} \quad (5)$$

$$\varepsilon_{ijk} \varepsilon_{ijn} = 2\delta_{kn} \quad (6)$$

$$\varepsilon_{ijk} \varepsilon_{ijk} = 6 \quad (7)$$

Seien  $\mathbf{a}, \mathbf{b}, \mathbf{c}, \mathbf{d} \in \mathbb{R}^3$ . Dann gilt für die Komponenten des Kreuzproduktes  $\mathbf{a} = \mathbf{b} \times \mathbf{c}$  die Beziehung  $a_i = \varepsilon_{ijk} b_j c_k$ . Zeigen Sie mittels dieser Definition und der obigen Relationen folgende Identitäten:

$$\mathbf{a} \times (\mathbf{b} \times \mathbf{c}) = \mathbf{b}(\mathbf{a} \cdot \mathbf{c}) - \mathbf{c}(\mathbf{a} \cdot \mathbf{b}) \quad (8)$$

$$(\mathbf{a} \times \mathbf{b}) \cdot (\mathbf{c} \times \mathbf{d}) = (\mathbf{a} \cdot \mathbf{c})(\mathbf{b} \cdot \mathbf{d}) - (\mathbf{a} \cdot \mathbf{d})(\mathbf{b} \cdot \mathbf{c}) \quad (9)$$

$$\mathbf{a} \cdot (\mathbf{b} \times \mathbf{c}) = \mathbf{b} \cdot (\mathbf{c} \times \mathbf{a}) = \mathbf{c} \cdot (\mathbf{a} \times \mathbf{b}). \quad (10)$$

*Hinweis:* Es gilt die Einsteinsche Summenkonvention (über doppelt auftretende Indizes von 1 bis 3 wird summiert).

#### 4. Übung TPI WS11

**Vorlesung:** Do um 8:15 Uhr – 9:45 Uhr in EW 201.

**Scheinkriterien:** Mindestens 50% der schriftlichen Übungspunkte.

Aktive Teilnahme am Tutorium mit Anwesenheitskontrolle (max. darf zweimal im zugewiesenen Tutorium unentschuldigt gefehlt werden).  
Bestandene Klausur.

**Literatur zur Lehrveranstaltung:**

Siehe auch Semesterapparat in der Physikbibliothek.

- Siegfried Großmann: Mathematischer Einführungskurs für die Physik
- Hermann Schulz: Physik mit Bleistift : das analytische Handwerkszeug der Naturwissenschaftler
- May-Britt Kallenrode: Rechenmethoden der Physik - Mathematischer Begleiter zur Experimentalphysik

<b>Sprechzeiten:</b>	<b>Name</b>	<b>Tag</b>	<b>Zeit</b>	<b>Raum</b>	<b>Tel.</b>
	Prof. Andreas Knorr	Di	13:00–13:40 Uhr	EW 742	24255
	Alexander Carmele	Mo	13:00–14:00 Uhr	EW 703	23764
	Stefan Fruhner	Fr	13:30–14:30 Uhr	EW 627/28	27681
	Ken Lichtner	Di	10:00–11:00 Uhr	EW 266	28849
	Helge Neitsch	Mi	11:00–12:00 Uhr	EW 269	28852
	Andrea Vüllings	Do	16:30–17:30 Uhr	EW 632	22088
	Anke Zimmermann	Do	12:00–13:00 Uhr	EW 060	26143
	Sarah Loos	Fr	10:00–11:00 Uhr	EW 060	26143

Aktuelle Informationen werden auf der Webseite bekannt gegeben:

<http://www.tu-berlin.de/?id=116153>.