

---

Universität Bielefeld Fakultät für Physik Sommersemester	Einführung in die klassische Mechanik und Elektrodynamik 2024	Prof. Dr. Jürgen Schnack jschnack@uni-bielefeld.de 6193, E5-120
--	---	---

---

## Aufgabenblatt 13

### 13.1 Polariserte Wellen

Eine zirkular polarisierte monochromatische Welle im Vakuum ( $\rho = 0, \vec{j} = 0$ ) werde durch das Feld

$$\vec{E}(\vec{r}, t) = E \begin{pmatrix} \cos(kz - \omega t) \\ \sin(kz - \omega t) \\ 0 \end{pmatrix}. \quad (1)$$

beschrieben.

- a. Berechnen Sie mit Hilfe der dritten Maxwell-Gleichung die zugehörige magnetische Induktion  $\vec{B}$  (2 P.).
- b. Stellen Sie  $\vec{E}(\vec{r}, t)$  aus (1) graphisch dar. Überlegen Sie, wie man das geschickt machen könnte (1 P.).
- c. Das zirkular polarisierte Licht (in diesem Fall E-Feld) kann man sich aus zwei linear polarisierten Anteilen zusammengesetzt denken. Welche sind das (z.B.) in diesem Fall (2 P.)?
- d. Ein Polarisator (Polarisationsfilter) lässt nur Licht einer bestimmten linearen Polarisierung durch. So kann ein  $x$ -Polarisator nur von in  $x$ -Richtung polarisiertem Licht passiert werden. Welcher Anteil des  $\vec{E}$ -Feldes (1) passiert einen  $x$ -Polarisator? Auf welchen Anteil verglichen mit (1) sinkt der Betrag des zeitgemittelten Poynting-Vektors ab? Überlegen Sie sich, wie man die Zeitmittelung durchführen könnte. Der eigentliche Gag ist, dass man das dann gar nicht im Detail braucht (2 P.).
- e. Nachdem das Licht einen  $x$ -Polarisator passiert hat, enthält es keinen Anteil in  $y$ -Richtung mehr. Man könnte das überprüfen, indem man das Licht auf einen  $y$ -Polarisator fallen lässt. Was aber passiert, wenn man das Licht, das den  $x$ -Polarisator passiert hat, erst auf einen unter  $45^\circ$  in der  $x - y$ -Ebene gedrehten Polarisator fallen lässt und dann auf einen  $y$ -Polarisator? Erklären Sie (3 P.)!

## 13.2 Mathematische Fingerübungen IV

Bestimmen Sie die Ergebnisse mit ein paar Zwischenschritten.

- a.  $\vec{a}$  sei ein konstanter Vektor

$$\frac{\partial}{\partial \vec{r}} \vec{a} \cdot \vec{r} . \quad (2)$$

- b.  $\vec{k}$  hänge nicht von  $\vec{r}$  oder  $t$  ab. Zeigen Sie, dass der Ansatz für  $\phi(\vec{r}, t)$  die Differentialgleichung erfüllt

$$\square \phi(\vec{r}, t) = 0 \quad (3)$$

$$\phi(\vec{r}, t) = \phi_0 \exp \left\{ i(\vec{k} \cdot \vec{r} - \omega t) \right\} . \quad (4)$$

Welche Relation erhält man für  $\omega = \omega(k)$ ?

## 13.3 Zusatzaufgabe: Zusammenziehende Spule II

Im gleichen Sinne stromdurchflossene Leiterschleifen ziehen sich an. Dazu kann man ein schönes Experiment durchführen, in dem gezeigt wird, dass sich eine Spule zusammenzieht.

- a. Wickeln Sie aus einem Draht eine lose Spule. Schließen Sie diese an eine Spannungsquelle (Batterie, niemals Steckdose) an und beobachten Sie, wie sich die Spule in Längsrichtung zusammenzieht.

Produzieren Sie einen Kurzfilm von diesem Vorgang.

Laden Sie den Film (Nachname-Vorname-Spule-a.mpg) im Moodle-LernraumPlus hoch.

Wer nicht die volle Punktzahl für diese Aufgabe bekommen hat, kann jetzt Zusatzpunkte bekommen und zwar so viele wie an 10 Punkten fehlten, maximal aber 5.

Reden Sie miteinander und lernen Sie voneinander.