

## Übungsblatt 2

Ausgabe: Dienstag, 1.11.2022

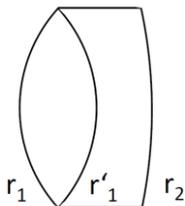
Abgabe: Dienstag, 8.11.2022, vor 10:00 Uhr (Box im Foyer des Physikhochhauses)

Besprechung: Donnerstag, 10.11.2012 (Übungen)

### Aufgabe 1

5 Punkte

Eine Kombination aus einer symmetrischen Bikonvexlinse ( $r_1 = -r'_1$ ) und einer Konvexkonkavlinse soll als Achromat bei der Wellenlänge  $\lambda_0$  wirken. Die Brennweite dieses Achromaten soll 250 mm betragen. Die Bikonvexlinse besteht aus Kronglas mit einem Brechungsindex von  $n_1 = 1,621$  und einer Dispersion  $dn_1/d\lambda = -0,06 \mu\text{m}^{-1}$  bei  $\lambda_0$ . Die Konvexkonkavlinse besteht aus Flintglas mit einem Brechungsindex von  $n_2 = 1,618$  und einer Dispersion  $dn_2/d\lambda = -0,15 \mu\text{m}^{-1}$  bei  $\lambda_0$ .



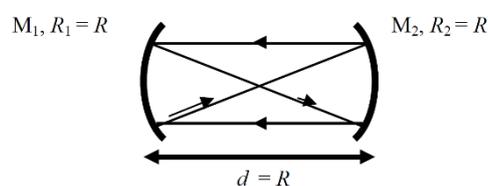
Berechnen Sie die Krümmungsradien  $r_1$  und  $r_2$  der beiden Linsen. Nehmen Sie an, dass beide Linsen dünn sind und einen vernachlässigbaren Abstand zueinander haben. Für die Brechkraft  $D$  muss beim Achromaten gelten:  $dD/d\lambda = 0$ .

### Aufgabe 2

3 Punkte

Die Skizze unten zeigt einen sogenannten konfokalen Resonator, wie er oft in Lasersystemen eingesetzt wird. Er besteht aus zwei identischen, konkaven, sphärischen Spiegeln, zwischen denen das Licht hin und her reflektiert wird. Der Abstand  $d$  der Spiegel ist identisch mit dem Krümmungsradius  $R$  beider Spiegel.

Zeigen Sie mit Hilfe der Matrix-Methode aus der Vorlesung, dass ein Lichtstrahl, der unter einem beliebigen Winkel vom linken Spiegel aus nach rechts läuft, nach vier Reflexionen wieder seinen Ausgangszustand einnimmt, so dass der gleiche Weg erneut durchlaufen wird und das Licht den Resonator nicht verlässt. Benutzen Sie die Matrizen für Translationen und für Hohlspiegel.



### Aufgabe 3

4 Punkte

- Beim Originalversuch von Fizeau zur Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit betrug die Strecke  $d$  vom Zahnrad bis zum Spiegel 8,633 km. Das Zahnrad hatte 720 Zähne und die erste Verdunkelung trat bei einer Drehfrequenz von 12,6 Hz ein. Welchen Wert für die Lichtgeschwindigkeit erhält man damit?
- Die Breiten einer Lücke und eines Zahns beim Zahnrad seien gleich groß und betragen  $D = 1,5$  mm. Die Frequenz am Zahnrad wird so eingestellt, dass der in einer Lücke durchgelassene Lichtstrahl in der nächsten Lücke wieder zurückkommt. Bei dieser Frequenz betrage die Geschwindigkeit am Rand des Zahnrades (also bei Lücken und Zähnen)  $v = 140$  m/s. Wie groß ist die Strecke  $d$  vom Zahnrad bis zum Spiegel? Rechnen Sie mit einer Lichtgeschwindigkeit von  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s.
- Wovon hängt die Genauigkeit der Methode ab?

### Aufgabe 4

4 Punkte

In der Vorlesung wurde für ein zeitlich veränderliches elektrisches Feld  $\vec{E}(\vec{r}, t)$  im Vakuum die Wellengleichung  $\Delta \vec{E} = \varepsilon_0 \mu_0 \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2}$  hergeleitet. Das elektrische Feld breitet sich demzufolge als Welle mit der Lichtgeschwindigkeit  $c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}}$  aus.

Leiten Sie aus den Maxwell-Gleichungen eine analoge Wellengleichung für die magnetische Flussdichte  $\vec{B}(\vec{r}, t)$  im Vakuum her.

**SCHNEE EULENFEST**

FR 4. NOVEMBER 2022  
IM AKK – ENGESSERSTR. 17

20:00 BEGINN  
20:15 **PROFS LEGEN AUF**  
MIT ECHTEN PROFS!  
DANACH DJCHRISTONIGHT \* „dj“ karim  
SPECIALS COCKTAILS & GLÜHWEIN

FACHSCHAFT PHYSIK  
KIT

AKK  
www.akk.org

eintritt frei!