Aufgabenblatt 2, Physik B, 15./16. Mai 2003

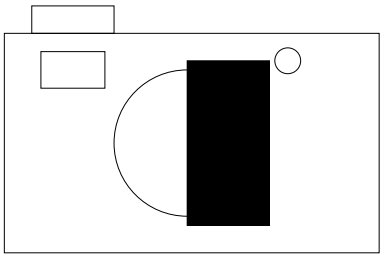
1. Sie richten einen Laserstrahl auf eine glatte Wasseroberfläche. Bei welchem Einfallswinkel ist das Laserlicht vollständig polarisiert? In welcher Richtung ? Der Brechungsindex von Wasser ist n = 1.33

   Lösung: Vollständige Polarisation tritt beim Brewster-Winkel auf: Der Einfallswinkel ist gegeben durch $tg(\alpha) = n_{Wasser}$, wobei wir den Brechungsindex der Luft auf den Wert 1 gesetzt haben. Damit wird $\alpha = 53^o$.

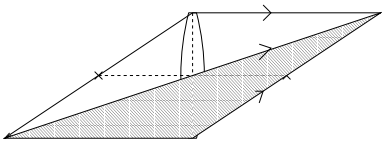
2. a) Auf einem Diapositiv finden Sie das Bild einer Gemse. Auf dem Film hat die Gemse eine Schulterhöhe von 5 mm. Sie erinnern sich, dass die Aufnahme mit einer Linse der Brennweite f = 100 mm gemacht wurde. Wie weit war die Gemse ungefähr von Ihnen entfernt ?

   Lösung: Bei weiter entfernten Gegenständen ist die Bildweite b in der Kamera gleich der Brennweite des Objektivs, also $b = f = 0.1m$. Für die Gegenstandsgröße G = Schulterhöhe der Gemse nehmen wir 80 cm an. Die Gegenstandsweite g ergibt sich dann aus der Gleichung $G/g = B/b$ zu $g = 16m$.

   b) In fröhlicher Laune kleben Sie einem Freund die Linse seines Photoapparats zu, so wie gezeichnet. Was passiert mit den Photos, solange der Aufkleber nicht entdeckt wird ?



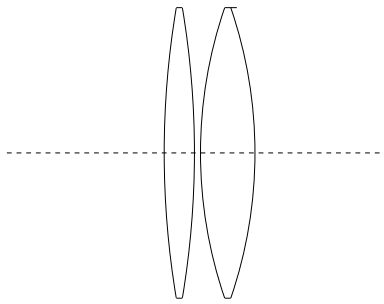
   Lösung: Betrachten wir den Strahlengang von einem Gegenstand zu seinem Bild:



   Wenn wir eine Hälfte der Linse abdecken, geht Licht verloren, in der Zeichnung der schraffierte Teil des Lichtbündels, aber der Gegenstand wird auf denselben Punkt abgebildet wie bei unbedeckter Linse.
   Also: Das Bildfeld ändert sich nicht, aber das Bild wird dunkler !
   Schließlich wird ja auch nicht das Bild von außen beschnitten, wenn Sie den Blendendurchmesser verringern.

3. Sie stellen zwei dünne Sammellinsen dicht hintereinander. Die linke hat eine Brennweite von f = 500 mm, die rechte eine Brennweite von f = 200 mm.
   a) Was ist die Brennweite dieser Doppellinse ?
   b) Was ist die Brennweite, wenn Sie linke und rechte Linse vertauschen ?

   Hinweis: Stellen Sie ein Objekt in den linken Brennpunkt der linken Linse und konstruieren Sie den dazugehörigen Bildpunkt.
   Vernachlässigen Sie den Abstand und die Dicke der Linsen.



   Lösung: Die Strahlen vom linken Brennpunkt der linken Linse sind zwischen den Linsen parallel, die rechte Linse fokussiert sie in ihrem rechten Brennpunkt. Also Gegenstandsweite $g = f_1$, Bildweite $b = f_2 > 0$, $\Longrightarrow$ Brennweite des Systems ist $1/r = 1/g + 1/b = 1/f_1 + 1/f_2 \Longrightarrow f = 143\,mm$.
   Mit Dioptrien: $D_{gesamt} = D_1 + D_2 = 2 + 5 = 7 \Longrightarrow f = 143mm$.
   Das Gesamtsystem wirkt wie eine Sammellinse.
   Wenn Sie die Linsen vertauschen, passiert garnichts, denn der Strahlengang ist umkehrbar, in der Gleichung für die Brennweite können Sie Gegenstandsweite und Bildweite vertauschen, ohne dass sich die Brennweite ändert.

4. a) Sie tauschen die rechte Linse in Aufgabe 3 gegen eine Zerstreuungslinse gleicher Brennweite. Was geschieht jetzt ?

   Lösung: Die Strahlen vom linken Brennpunkt der linken Linse sind zwischen den Linsen parallel, wie in der vorigen Aufgabe, aber die Zerstreuungslinse erzeugt jetzt daraus ein virtuelles Bild in ihrem linken Brennpunkt. Also Gegenstandsweite $g = f_1$, Bildweite $b = f_2 < 0$, also ist die Brennweite des Systems $1/r = 1/g + 1/b = 1/f_1 + 1/f_2 \Longrightarrow f = -333\,mm$.
   Mit Dioptrien: $D_{gesamt} = D_1 + D_2 = 2 - 5 = -3, \Longrightarrow f = -333\,mm$.
   Das Gesamtsystem wirkt wie eine Zerstreuungslinse.

   b) Was geschieht, wenn die linke Sammellinse und die rechte Zerstreungslinse die gleiche Brennweite haben ?

   Lösung: Jetzt erzeugt die Zerstreuungslinse ein virtuelles Bild am Ort des Gegenstandes, d.h. das vom Gegenstand ausgehende Strahlenbündel wird nicht verändert. Also Gesamteffekt: gar keine Linsenwirkung!
   Mit Dioptrien: $D_2 = -D_1 \Longrightarrow D = 0 \Longrightarrow f = \infty$.