

- 1) Erkläre die Funktionsweise eines Kepler-Fernrohrs inkl. klarer, grosser Skizze. Es müssen dabei alle optisch wichtigen Elemente aufgezählt und ihre Funktion erklärt werden. Falls gewisse optische Elemente spezielle Abstände haben, so ist dies zu erwähnen und auf der Skizze einzuzeichnen. (9 P)
Welche Eigenschaften hat das Bild eines Kepler-Fernrohrs auf dem Bildschirm, im Vergleich zu einem Bild eines Originals, das mit nur einer Lupe betrachtet wurde? (3 P)

Lösung: siehe auch im Skript!

Spezielle Abstände:

Das reale Zwischenbild der Objektivlinse eines Kepler-Fernrohrs ist etwas weiter entfernt als der Brennpunkt. Es liegt sicher zwischen dem Brennpunkt und der doppelten Brennweite, da es sehr weit weg ist im Vergleich zur Brennweite f des Kepler-Fernrohrs.

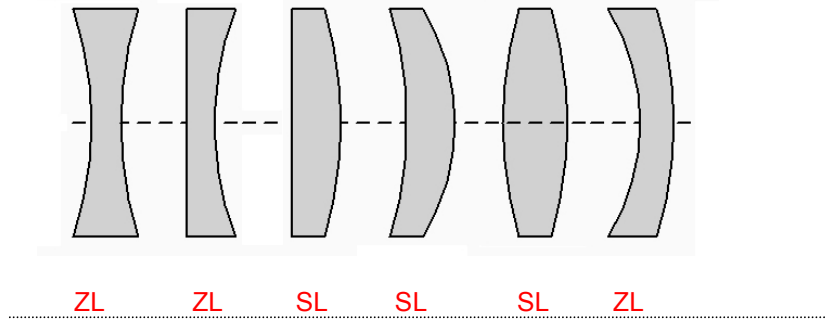
Das Okular ist so nah hinter dem realen Zwischenbild positioniert, dass das reale Zwischenbild näher zum Okular ist als die Brennweite des Okulars. Damit erhält man eine Vergrösserung des realen Zwischenbildes. Das Bild des Okulars ist ein virtuelles Bild.

Antwort zur Zusatzfrage:

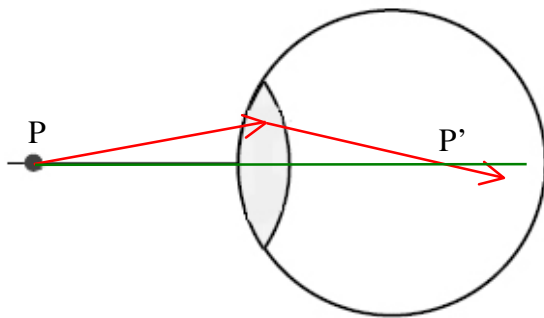
Das Bild eines Kepler-Fernrohrs ist virtuell. Es zeigt ein vergrössertes Bild des realen Zwischenbildes der ersten Linse, welches auf dem Kopf und seitenverkehrt ist und ein verkleinertes Bild des (meist weit entfernten) Originals darstellt.

Das Bild einer Lupe ist aufrecht, vergrössert, seitenrichtig und virtuell.

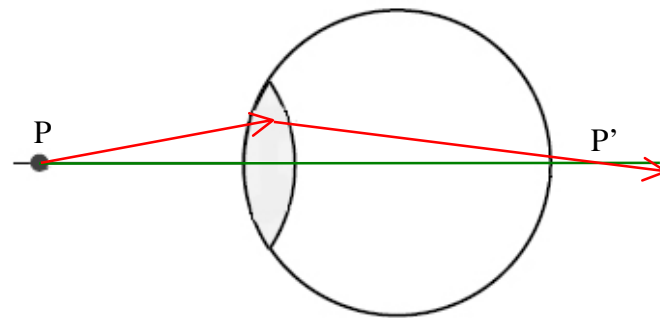
- 2) Welche der hier im Schnitt gezeigten Linsen sind Zerstreuungslinsen (ZL), welche Sammellinsen (SL)? (3 P)



- 3) a) Die folgenden Zeichnungen stellen schematisch den Augapfel und die Augenlinse dar. Zeichne den Strahlengang für ein kurzsichtiges und ein weitsichtiges Auge. Wo liegt das Bild P' von P ? (2 P)



kurzsichtiges Auge



weitsichtiges Auge

- b) Mit welcher Linsenart kann man Kurzsichtigkeit korrigieren? Welche Linsenart korrigiert Weitsichtigkeit? Begründe Deine Antwort jeweils ganz kurz! (2 P)

Kurzsichtigkeit korrigiert man mit einer Zerstreuungslinse. Damit wird die Brennweite von Augenlinse plus Brille zusammen verlängert und das Bild P' von P wird auf die Netzhaut abgebildet. Weitsichtigkeit wird mit einer Sammellinse korrigiert. Damit wird die Augenlinse plus Brille stärker und das Bild P' fällt wieder auf die Netzhaut.

- 4) a) Ein Taucher beobachtet unter Wasser eine grosse kugelförmige Luftblase, die unter dem Blatt einer Seepflanze aufgefangen wurde. Wie sieht er die Umgebung hinter der Luftblase abgebildet, wenn er durch diese Luftblase hindurch schaut? Begründung? (2 P)

Die Luftblase wirkt wie eine Zerstreuungslinse, denn die Lichtgeschwindigkeit ist höher in Luft als in Glas. Damit bildet diese Luftblase die Umgebung aufrecht und verkleinert ab (d.h. auch seitenrichtig).

Alternative Begründung: Die Luftblase entspricht ungefähr einem Rechteck-Prisma aus Wasser in dem im Zentrum eine Kugel aus Wasser entfernt wurde. Diese Wasserkugel ist eine Sammellinse (in der Mitte dicker als am Rand) damit fehlt eine Sammellinse in diesem Wasser-Rechteckprisma. Somit wirkt das Loch als Zerstreuungslinse (= Gegenteil einer Sammellinse).

- b) Wieder zu Hause macht der Taucher einige Versuche. Um die Situation nachzubilden nimmt er ein Aquarium und füllt es mit Wasser. Dann befestigt er eine kugelförmige Glasschale unter Wasser, die mit Luft gefüllt ist. Wie sieht er die Umgebung hinter der Glaskugel abgebildet, wenn er durch die Glaskugel hindurch schaut? Wie ist das im Vergleich zu Aufgabe 4a, wo ja eine Glasschale um die Luftblase fehlte? Weshalb beobachtet er doch dasselbe, resp. eben doch etwas anderes? (2 P)

Er beobachtet dasselbe wie beim Tauchgang. Denn eine dünne Glasschale, die überall gleich dick ist wirkt wie ein Prisma mit parallelen Seitenflächen: es lenkt einen Lichtstrahl nicht um einen Winkel ab (Diese „Linseart“ nennt man auch „Meniskus“).

Der Taucher sieht die Umgebung verkleinert, aufrecht und seitenrichtig abgebildet.

- 4) c) Nun füllt der Taucher die Glaskugel anstatt mit Luft mit einem Öl, dass **optisch dichter** ist als Wasser. D.h. die Lichtgeschwindigkeit in diesem Öl ist **kleiner** als in Wasser. Damit ist die Brechung an der Grenze Luft/Öl **stärker** als die Brechung an der Grenze Luft/Wasser. Was beobachtet er nun, wenn er die Umgebung hinter der Glaskugel durch sie hindurch betrachtet? (2 P)

Nun ist die gefüllte Glaskugel eine Sammellinse und wirkt wegen der höheren optischen Dichte auch unter Wasser wie eine Sammellinse. Damit sieht er die weitere Umgebung abgebildet auf dem Kopf, seitenverkehrt und verkleinert. Gegenstände, die näher als die doppelte Brennweite der ölfüllten Glaskugel (gemessen unter Wasser) werden vergrössert, seitenverkehrt und auf dem Kopf abgebildet. Gegenstände die ganz nahe sind (näher als die Brennweite f in Wasser) werden vergrössert, aufrecht und seitenrichtig wie durch eine Lupe abgebildet.

- 5) Konstruiere das Bild B, das sich vom Gegenstand G ergibt, wenn die Abbildung mit ... (12 P)

- a) ... einer Sammellinse mit 5 cm Brennweite, (M ist die Linsenmitte) (3 P)
 b) ... eine Sammellinse mit 3.0 cm Brennweite, (M ist die Linsenmitte) (3 P)
 c) ... einer Sammellinse mit 3.5 cm Brennweite geschieht. (M ist die Linsenmitte) (3 P)

Beschrifte in allen drei Fällen die Brennpunkte, das Bild B, und gib auch an, ob das Bild *real* oder *virtuell* ist. (3 P) **Hinweis: Bei allen drei Fällen muss die Konstruktion mit mind. zwei Lichtstrahlen durchgeführt werden.**

