# Übungsblatt 6

**Ausgabe:** Fr. 19. 5. 2006 **Abgabe:** bis Mi. 24. 5. 2006 12:00 Uhr

## Aufgabe 1

Wenn Sie einen Düsenjet in $30m$ Entfernung beim Starten zuschauen, dann sei der Schallpegel $L = 140\,dB\,SPL$, er liegt also jenseits der Schmerzschwelle. Ist dieser Schmerz der gleiche, den Sie merken wenn Sie tiefer tauchen ohne einen Druckausgleich (durch Schlucken o.ä.) durchzuführen? Berechnen Sie zur Beantwortung dieser Frage die Tiefe, bei der der Druckzuwachs auf Grund des Wassers dem Effektivwert des Schalldrucks von dem startenden Düsenjet entspricht.

## Aufgabe 2

Die absolute Energieschwelle $E_S$ des menschlichen Auges (Energie des applizierten Lichtblitzes, der gerade eine Sehempfindung auszulösen vermag) liegt nach Messungen für eine Lichtwelle von $\lambda = 510\,nm$ bei $4,0 \cdot 10^{-17}\,Ws$.

**a)** Berechnen Sie, wieviel Lichtquanten des einfallenden Lichtes erforderlich sind, um eine Sehempfindung auszulösen.

**b)** Korrigieren Sie die erhaltene Anzahl unter Berücksichtigung der folgenden Schwächungen: Reflexion an der Kornea 4%, Absorption in den optischen Medien des Auges 50%, Absorption im Rhodopsin 80%.

## Aufgabe 3

Aufgrund von Beugungserscheinungen besitzt das Auge ein begrenztes physikalisches Auflösungsvermögen. Zwei Punkte eines Gegenstands werden nur als getrennte Punkte wahrgenommen, wenn der Sehwinkel eine Mindestgröße nicht unterschreitet. Der Sehwinkel kann dadurch vergrößert werden, daß man den Gegenstand näher an das Auge heranbringt. Die Möglichkeit, die Entfernung zwischen Auge und Gegenstand zu verringern, wird begrenzt durch die altersabhänige Akkommodationsbreite des Auges. Um scharf sehen zu können, muß ein minimaler Abstand zwischen Objekt und Auge eingehalten werden, der nur unter Zuhilfenahme einer Sammellinse unterschritten werden kann.

**a)** Welcher Kardinalpunkt des optischen Systems des Auges muß mit dem bildseitigen Brennpunkt einer dünnen Sammellinse zusammenfallen, damit der Sehwinkel des bewaffneten Auges nicht von der Lage des Gegenstandes abhängt? Der Gegenstand $G$ (Gegenstandsgröße) soll sich innerhalb der einfachen Brennweite $f$ der Linse befinden.

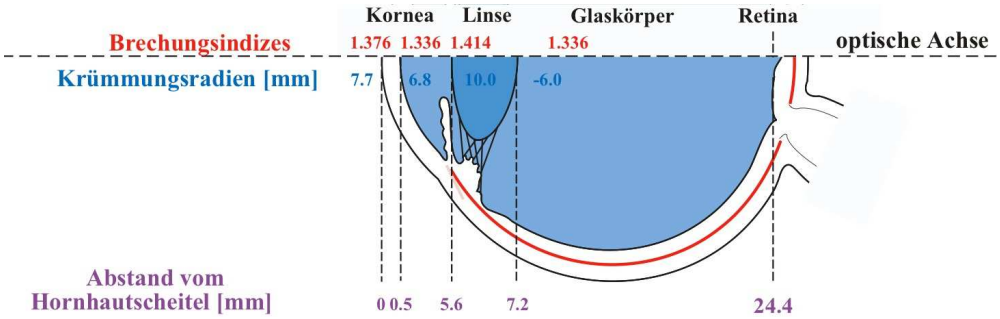
**b)** Wei weit muß der Gegenstand an das Auge (gegenstandsseitiger Knotenpunkt des optischen Systems des Auges) gebracht werden, wenn bei Akkommodation auf $\infty$ ein scharfes Bild entstehen soll; der Sehwinkel, falls $G$ innerhalb der einfachen Brennweite der Sammellinse ist, nicht von der Entfernung des Gegenstandes abhängt? Die Brennweite der Sammellinse soll $5\,cm$ betragen.

**c)** Wie groß ist die Angularvergrößerung $V = \frac{\tan\alpha'}{\tan\alpha}$ (Winkelvergrößerung) bezogen auf die konventionelle Sehweite von $250\,mm$? $\alpha'$ ist der Sehwinkel des bewaffneten Auges und $\alpha$ des unbewaffneten.

**d)** Bestimmen Sie mit Hilfe der bekannten Beziehungen für dünne Linsen und durch Konstruktion, wie groß der Betrag des Abbildungsmaßstabes $M = \frac{G'}{G}$ für die Sammellinse wäre, wenn sich der Gegenstand bei $f/2$ befände.

## Aufgabe 4

**a)** Berechnen Sie zunächst die Brechwerte der Kornea und der Linse des schematischen Auges nach Gullstrand (siehe Abbildung).




**b)** Bei manchen Augenleiden muß die Linse entfernt werden, es bleibt das *aphake Auge* zurück. Liegt das Bild eines unendlich fernen Gegenstandes auf der Netzhaut oder wo sonst (Angabe des Abstandes von der Netzhaut)? Wo entsteht das Bild eines Gegenstandes, der sich näher am Auge befindet?

**c)** Als Ersatz für die Linse soll eine sehr dünne Kontaktlinse ($n = 1,5$) direkt auf den Augapfel gesetzt werden. Wie groß muß der Krümmungsradius der Linse sein damit das Bild eines unendlich entfernten Objekts auf der Netzhaut abgebildet wird?