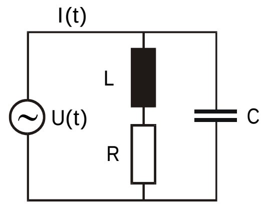
11. Übung (Abgabe Di 12. Juli bis 16:00 Uhr im Sekretariat Frau Badow, Raum 1.2.31)

---

41. Wechselstromkreis (4 Punkte)

Betrachten Sie die rechts gezeichnete Anordnung. Berechnen Sie, wie sich bei gegebener Wechselspannung *U(t)* der Gesamtstrom *I(t)* als Funktion der Frequenz ω ändert. Skizzieren Sie das Resultat und diskutieren Sie die Extrema für $RC << L/R$ sowie die Grenzfälle $\omega \to 0$ und $\omega \to \infty$.



Hinweis: Benutzen Sie die Kirchhoff'schen Regeln und rechnen Sie mit komplexen Impedanzen Z.

42. Polarisation (3 Punkte)

(a) Zeigen Sie, dass linear polarisiertes Licht als Linearkombination von rechts- (*rzp*)- und linkszirkular (*lzp*) polarisiertem Licht dargestellt werden kann.

(b) Elliptisch polarisiertes Licht ist der allgemeinste Polarisationszustand. Er enthält sowohl den Fall der linearen wie auch den der zirkularen Polarisation:

$$\vec{E} = \begin{pmatrix} E_x e^{i\delta_x} \\ E_y e^{i\delta_y} \\ 0 \end{pmatrix} e^{i(kz-\omega t)} \quad .$$

Zu einer festen Zeit stellt elliptisch polarisiertes Licht eine deformierte Schraube mit elliptischem Querschnitt im Raum dar; an einem festen Ort bewegt sich der elektrische Feldvektor auf einer Ellipse. Für welche entsprechenden Werte von E_x, E_y, δ_x und δ_y bekommt man (1) linear in *x*-Richtung polarisiertes oder (2) *rzp* Licht?

(c) Zeigen Sie, dass auch elliptisch polarisiertes Licht als Linearkombination von *rzp* und *lzp* Licht dargestellt werden kann

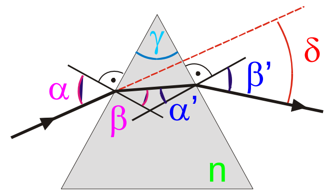
43. Laserpuls (2 Punkte)

Für Messungen in der Atmosphäre wird bei Prof. Wöste ein Laser verwendet, der Pulse von fünf Terawatt Leistung erzeugt. Berechnen Sie, welchen maximalen Feldstärken E_0 und B_0 dies entspricht, wenn der Strahl auf einen Bereich von 10 µm Ausdehnung fokussiert wird. Vergleichen Sie das Resultat mit der elektrischen Feldstärke im Wasserstoffatom, der ein Elektron im Abstand von 1 Å von einem Proton typischerweise ausgesetzt ist.

44. Ablenkung im spitzwinkligen Prisma (2 Punkte)

Gegeben ist ein spitzwinkliges Prisma mit einem Öffnungswinkel $\gamma << 1$ und mit einem Brechungsindex *n*. Zeigen Sie, dass für Strahlen, die unter kleinem Winkel $\alpha << 1$ auftreffen, die Strahlablenkung δ gegeben ist durch:

$$\delta = (n-1)\,\gamma$$

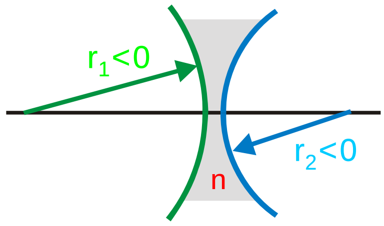


Hinweis: Schreiben Sie zunächst das Brechungsgesetz für die beiden Grenzflächen hin, an denen der Strahl ein- und austritt. Vereinfachen Sie es dann unter Berücksichtigung der Näherung kleiner Winkel. Nun benötigen Sie noch einen Zusammenhang zwischen dem Ablenkwinkeln δ und γ und den verschiedenen Brechungswinkeln. Für die Beziehung mit γ betrachten Sie das Viereck, dass durch den spitzen Winkel des Prismas, die beiden Auftreffpunkte des Strahls, sowie den Schnittpunkt der beiden Lote gebildet wird.

11. Übung (Abgabe Di. 12. Juli bis 16:00 Uhr im Sekretariat Frau Badow, Raum 1.2.31)

---

45. Bildkonstruktion in der Zerstreuungslinse (3 Punkte)



Gegeben sei eine bikonkave, dünne Zerstreuungslinse mit Krümmungsradien r_1, $r_2 < 0$ und Brechungsindex n. Zeigen Sie, dass auch hier die Bildkonstruktion mit Hilfe des achsenparallelen Strahls, des Brennpunktstrahls sowie des zentralen Strahls funktioniert und auf diese Weise immer ein virtuelles Bild entsteht. Diskutieren Sie dazu die beiden Fälle $g > |f|$ und $g < |f|$. Leiten Sie schließlich das Abbildungsverhältnis her.

Hinweis: *Beachten Sie, dass die negativen Krümmungsradien eine negative Fokuslänge erzeugen. Um die Abbildung zu konstruieren, müssen die drei Referenzstrahlen gemäß der allgemeinen Definition zunächst eingezeichnet, aber dann entsprechend des durch die Brechung bedingten realen Strahlverlaufs angepasst werden. Beachten Sie weiter, dass virtuelle Bilder immer nur durch das Betrachten entstehen, aber nicht auf einem Schirm abgebildet werden können.*

46. Totalreflexion (2 Punkte)

Im Falle der Totalreflexion ($\alpha > \alpha_T$) wird ein komplexer Brechungswinkel $\tilde{\beta} = \frac{\pi}{2} - i\beta''$ eingeführt. Zeigen Sie, dass diese Form des Winkels eine direkte Folge des Brechungsgesetzes von Snellius ist für $n = \frac{n_2}{n_1} \in \mathbb{R}$ mit $n < 1$ und $\tilde{\beta} \in \mathbb{C}$.