

1. Ein Auge betrachtet ein **Objekt der Größe h** aus einer **Entfernung $s = 25 \text{ cm}$** . Um das Objekt vergrößert darzustellen wird eine **Lupe der Brennweite f** im **Abstand $a \leq f$ zum Objekt** eingeführt.
 - a) Berechnen Sie die (Winkel-)Vergrößerung des Objektes als Funktion von a .
 - b) Besprechen Sie die Grenzfälle $a \rightarrow 0$ und $a \rightarrow f$.

2. Die Brennweite eines **Mikroskopobjektives** beträgt **$f_1 = 0,3 \text{ cm}$** , die des Okulars **$f_2 = 3 \text{ cm}$** . Die Tubuslänge beträgt **$s = 16 \text{ cm}$** .
 Man ermittle, in welchem Abstand **d** vor dem Objektiv sich ein Gegenstand befinden muss, damit das durch das Mikroskop beobachtende Auge das Bild des Gegenstandes in der deutlichen Sehweite **$L_0 = 25 \text{ cm}$** wahrnimmt. (*Lösung: $d = 3,07 \text{ mm}$*)

3. **Phasenantenne:** Ein **eindimensionaler Schirm** liegt in der x -Achse und hat eine **Öffnung bei $|x| < a$** . In dieser Öffnung befindet sich eine **transparente Phasenplatte** mit einer **Phasenkorrektur** von $e^{i \cdot \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \alpha \cdot x}$, $\alpha \ll 1$.
 - a) Berechnen Sie das **Beugungsbild in Fraunhofer-Näherung** und für **kleine Winkel** ($\sin \varphi \sim \varphi$). (*Lösung: $E \propto \frac{\sin \xi}{\xi}$ mit $\xi = 2\pi a(\alpha + \varphi)/\lambda$*)
 - b) Interpretieren Sie das Ergebnis physikalisch.

4. **Beugungsbild:** Eine **unendliche eindimensionale Fotoplatte** wird mit monochromatischem Licht so beleuchtet, dass knapp dahinter (also im **Nahfeld**) eine **Amplitudenverteilung** $E(x) \sim 1 + \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda} \cdot \alpha \cdot x\right)$, $\alpha \ll 1$ entsteht. Hinter der Platte befindet sich außerdem eine **Linse mit der Brennweite F** . Berechnen Sie das **Bild im Fokus** dieser Linse. (*Lösung: Das Bild besteht aus 3 hellen Punkten: einer bei $x = 0$, die anderen symmetrisch dazu auf der x -Achse*)

5. Schätzen Sie die **Auflösung d** eines **Mikroskopobjektives** (**Brennweite f** , **Durchmesser D** der Eintrittsöffnung) für Licht der Wellenlänge λ
 - a) über das Rayleigh Kriterium;
 - b) mit Hilfe der Abbe-Theorie (d.h. unter der Annahme, dass ein **Gitter mit Strichabstand d** gerade noch aufgelöst werden kann, wenn die Strahlen des (linken und rechten) ersten Nebenmaximums gerade noch ins Objektiv fallen)
 - c) Vergleichen Sie die Ergebnisse.

Hinweis: Die Auflösung ist die geringste Distanz zweier Punkte im Abstand f vor der Linse, deren Bilder gerade noch unterschieden werden können. Für die Abschätzung ist es ausreichend, die paraxiale Näherung zu betrachten.

6. **Fresnelsche Beugung:** Eine **runde Öffnung** wird mit **monochromatischem Licht der Wellenlänge λ** beleuchtet; einmal von einer **Punktquelle im Abstand $2F$** , einmal von einem **planparallelen Strahl**.
 Es wird die **Intensität hinter der Öffnung im Punkt P** im Abstand **$2F$** gemessen.
 - a) Berechnen Sie den **Radius r_n** der **n -ten Fresnelschen Zone** für beide Beleuchtungsarten unter der Annahme, dass $r_n \ll F$. (*Lösung: $r_n^2 \propto \lambda \cdot F \cdot n$*)
 - b) Für planparallele Beleuchtung schätzen Sie den **Radius R des hellen Spots um P** unter der Annahme ab, dass dieser nur von der **ersten Fresnelschen Zone** ($n = 1$) erzeugt wird.