

Übungen zur “Physik IV: Moderne Optik” (WS 04/05)  
9. Hausübung, Ausgabe: 16.12.04 Rückgabe: 06.01.05 in der Vorlesung

---

**Aufgabe 28: Fouriertransformation der Gaußfunktion**

a) Zeigen Sie, dass die Fouriertransformierte der Gaußfunktion  $f(x) = e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}$  wieder eine Gaußfunktion ist. Welcher Zusammenhang besteht zwischen den Breiten der beiden Funktionen?

b) Betrachten Sie ein Gaußsches Wellenpaket, d.h. die Überlagerung ebener Wellen mit einer gaußförmigen Verteilung von Wellenvektoren. Zeigen, Sie, dass mit der de Broglie Beziehung  $p = \hbar k$  die Unschärferelation  $\Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{\hbar}{2}$  exakt erfüllt ist (minimale Unschärfe), wobei  $(\Delta x)^2 = \langle x^2 \rangle - \langle x \rangle^2$  gilt.

Hinweis: Achten Sie darauf, dass die Verteilungsfunktionen im Orts- **und** Impulsraum normiert sind.

6 Punkte

**Aufgabe 29: räumliches Auflösungsvermögen**

Die Scheinwerfer eines herannahenden Autos sind 1,30 m voneinander entfernt. Schätzen Sie die Entfernung ab, aus der die beiden Scheinwerfer vom freien Auge als getrennt wahrgenommen werden können, wenn die Auflösung des Auges nur von der Beugung bestimmt wird. Nehmen Sie eine Wellenlänge von 550 nm an und einen Pupillendurchmesser von 5 mm.

2 Punkte

**Aufgabe 30: spektrales Auflösungsvermögen**

Mit Hilfe eines Gitters mit einer moderaten Liniendichte von 500 Linien/mm sollen die beiden Natrium-D Linien ( $\lambda_1 = 589,0$  nm,  $\lambda_2 = 589,6$  nm) in erster und zweiter Beugungsordnung aufgelöst werden. Wie lang muß das Gitter jeweils mindestens sein?

2 Punkte

**Aufgabe 31: Zonenplatten und Röntgenmikroskop**

Bei dem in der Vorlesung vorgestellten Röntgenmikroskop wird die transversale Auflösung mit 31 nm angegeben. Es wird behauptet, dass sie durch die Größe des dünnsten Ringes der Zonenplatte begrenzt ist. Verifizieren Sie den genannten Wert für die transversale Auflösung aus den gegebenen Werten für die Fresnelsche Zonenplatte. Bedenken sie dabei, dass für das Mikroskop Wellenlängen im Energiebereich von 250 bis 900 eV zur Verfügung stehen. Wie könnte man die transversale Auflösung erhöhen?

Bitte Rückseite beachten!

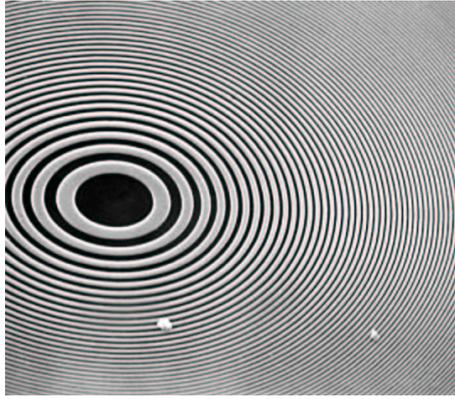


Abbildung 1: Rasterelektronenmikroskopaufnahme einer Zonenplatte mit 318 Nickelzonen, einem Gesamtdurchmesser von  $45\ \mu\text{m}$  und einem Durchmesser von  $35\ \text{nm}$  für die äußerste Zone

4 Punkte

**Alle auf diesem Übungsblatt erreichten Punkte sind Bonuspunkte !!**

**Frohe Weihnachten und einen guten Rutsch ins neue Jahr!**