

Übungsaufgaben

Experimentalphysik II, SoSe 2013

Prof. Grundmann, Dr. von Wenckstern wenckst@physik.uni-leipzig.de

Ausgabe: 21. Juni 2013

Abgabe: **02. Juli 2013, 11:00 Uhr**

O10. Das Auflösungsvermögen y_m eines Lichtmikroskops soll mit dem eines Elektronenstrahlmikroskops verglichen werden. Es wird zunächst angenommen, dass beide Mikroskope einen Öffnungswinkel 2σ von 120° haben. Das Lichtmikroskop wird mit Licht eines He-Ne-Lasers ($\lambda = 632,8 \text{ nm}$) betrieben, die Elektronen haben eine kinetische Energie von 100 keV .

a) Wie groß ist das Auflösungsvermögen des Lichtmikroskops, wenn keine Immersionsflüssigkeit verwendet wird? (Verwenden Sie das Rayleigh-Kriterium $\theta = 1,22 \frac{\lambda}{D}$)

[2 Punkte]

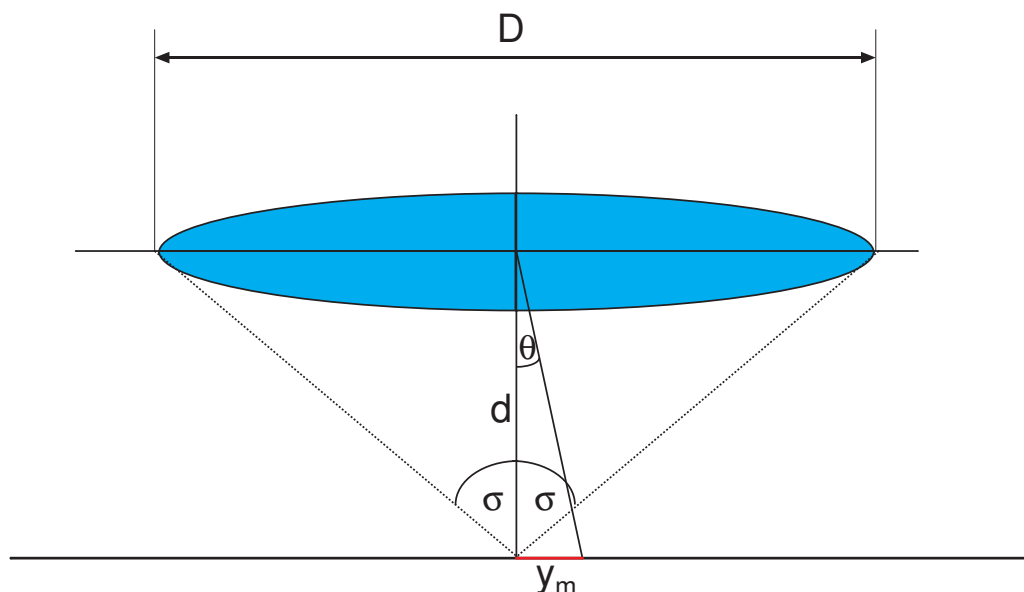
b) Wie groß sind Impuls (relativistisch, beachten Sie die Hinweise im Seminar!) und Wellenlänge λ_e der Elektronen? Um wieviel ist das Auflösungsvermögen des Elektronenmikroskops besser als das des Lichtmikroskops? (Verwenden Sie das Rayleigh-Kriterium)

[3 Punkte]

c) Die Abbildungsfehler der Elektronenoptik sind größer als die der Linsen eines Lichtmikroskops. Deshalb lassen sich in der Elektronenoptik nur kleine Öffnungswinkel realisieren. Wie groß ist das Auflösungsvermögen des Elektronenmikroskops wenn der Öffnungswinkel $2\sigma = 1^\circ$ beträgt. (Verwenden Sie das Rayleigh-Kriterium)

[1 Punkte]

d) Was bewirkt das Verwenden einer Immersionsflüssigkeit in der Lichtmikroskopie? **[2 Punkte]**



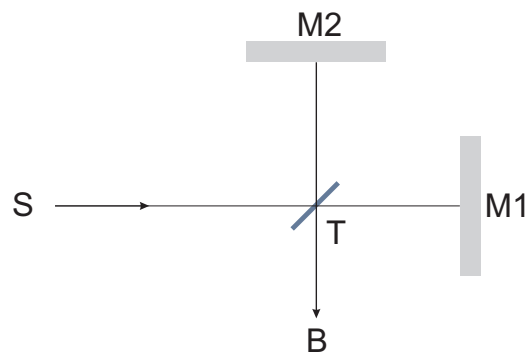
O11. In untenstehender Abbildung ist ein Michelson-Interferometer dargestellt.

a) Die Quelle S emittiert monochromatische Strahlung der Wellenlänge λ . Im Punkt B beobachtet man, während der Spiegel M1 um die Strecke $d = 2,25 \mu\text{m}$ in Strahlrichtung verschoben wird, den Durchlauf von 10 Interferenzmaxima. Bestimmen Sie die Wellenlänge λ . **[1 Punkte]**

b) Zwischen Strahlteiler T und Spiegel M1 wird nun eine evakuierte Kuvette der Länge $L = 10 \text{ cm}$ gestellt. Während des Auffüllens der Kuvette mit CO_2 bis Atmosphärendruck wird das Auftreten von 200 Interferenzmaxima beobachtet. Bestimmen Sie den Brechungsindex n von CO_2 bei Atmosphärendruck. (Temperaturänderungen während des Befüllens können vernachlässigt werden) **[2 Punkte]**

c) Mit einem Michelson-Interferometer können Strahlen mit eng benachbarte Wellenlängen aufgelöst werden. Die Quelle S emittiere nun zwei Strahlungen mit den Wellenlängen λ_1 und λ_2 mit $\lambda_1 \sim \lambda_2 \sim 450 \text{ nm}$. Der Spiegel M1 muss um $90 \mu\text{m}$ verschoben werden, um von einem Intensitätsmaximum auf dem Schirm zum nächsten zu kommen. Bestimmen Sie $\Delta\lambda = |\lambda_1 - \lambda_2|$. **[2 Punkte]**

d) Wieviel Striche (Furchen) muss ein Gitterspektrograph mindestens haben, damit die Wellenlängen λ_1 und λ_2 in erster Ordnung aufgelöst werden können. **[2 Punkte]**



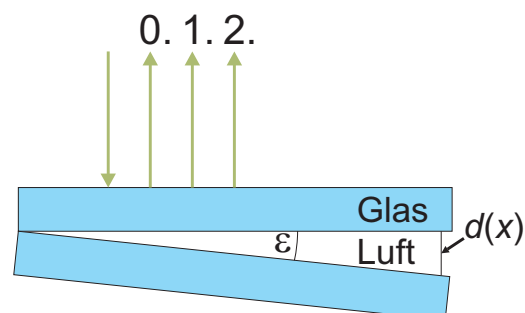
O12. Auf ein Beugungsgitter mit 100 Strichen pro mm fällt ein paralleles Bündel rotes Licht ($\lambda = 700 \text{ nm}$) senkrecht ein. Berechnen Sie den Abstand zwischen Hauptmaximum 1. und 3. Ordnung, wenn ein ebener Auffangschirm 1 m hinter dem Gitter aufgestellt wird. **[8 Punkte]**

5-01. Zwei dicke planparallele rechteckige Glasplatten werden aufeinander gelegt. Auf einer Seite wird ein dünner Streifen zwischen die Glasplatten geschoben, so dass sich ein keilförmiger Luftspalt ergibt. Die Anordnung wird senkrecht mit parallelem Licht der Wellenlänge $\lambda = 589 \text{ nm}$ beleuchtet. In Reflexion betrachtet ergeben sich zwölf helle Interferenzstreifen pro cm.

a) Für welche optischen Wegdifferenzen Δs ergibt sich konstruktive Interferenz? **[2 Punkte]**

b) Berechnen Sie den Keilwinkel ϵ . **[3 Punkte]**

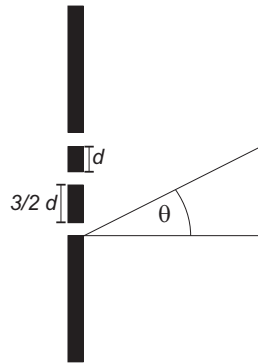
(Der Keilwinkel ϵ ist klein, deshalb können alle reflektierten Lichtstrahlen näherungsweise als senkrecht zur ersten Grenzfläche Glas/Luft behandelt werden)



Zusatzaufgabe

O13. Wir betrachten den Dreifachspalt aus untenstehender Abbildung. Alle Spaltbreiten sind gleich, jedoch beträgt der Spaltabstand d bzw. $3/2d$.

- a) Bei welchem Winkel θ tritt das erste Hauptmaximum auf? **[3 Punkte]**
- b) Das Ergebnis aus a) bezeichnen wir mit θ_1 . Die Intensität in Richtung des Maximums nullter Ordnung sei I_0 . Wie groß ist die Intensität in Richtung $\theta_1/2$? **[2 Punkte]**



Gesamt:

33 Punkte