

Übungsblatt 5

Ausgabe: Dienstag, 21.11.2023

Abgabe: Dienstag, 28.11.2023, vor 10:00 Uhr

Besprechung: Donnerstag, 30.11.2023 (Übungen)

Aufgabe 1

3 Punkte

In einer Weinhandlung liegt ein vermeintlich edler trockener Wein mit einem angegebenen Restzucker von 3 g/l als Sonderangebot aus. Skeptisch durchleuchten Sie davon eine Probe von 0,5 l in einem 40 cm langen zylindrischen Gefäß längs der Achse mit linear polarisiertem Licht. Dabei beobachten Sie eine Drehung der Polarisationsrichtung um $+4^\circ$.

- a) Bestimmen Sie den tatsächlichen Restzucker des Weins und den Zuckergehalt (also die Masse des Zuckers) der Probe, wenn 1 Gramm Zucker gelöst in 1 cm³ Flüssigkeit das Licht um $+66,52^\circ$ auf einer Strecke von 10 cm dreht. Würden Sie den Wein kaufen? **2 Punkte**
- b) Um wie viel Grad hätte sich die Polarisation drehen dürfen, wenn der vom Händler angegebene Restzucker richtig gewesen wäre? **1 Punkt**

Aufgabe 2

3 Punkte

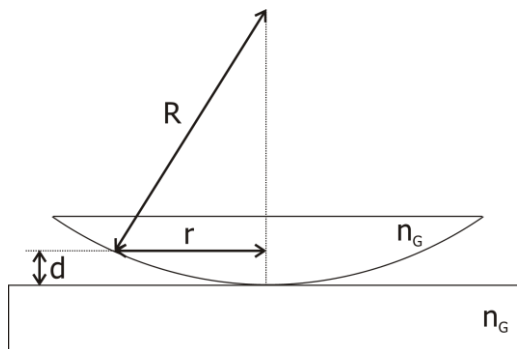
In einem Interferometer wird Licht aus einer Quelle in zwei Teilwellen aufgespalten. Diese werden nach Durchlaufen unterschiedlicher Wegstrecken wieder überlagert. Welche optische Weglängendifferenz ist maximal zulässig, so dass gerade noch Interferenzeffekte beobachtet werden können?

- a) Für Laserlicht mit $\Delta\nu/\nu \approx 10^{-13}$, $\lambda \approx 550$ nm ($\Delta\nu$: Differenz der maximalen und der minimalen im Lichtfeld vertretenen Frequenz). **1 Punkt**
- b) Für von angeregten Atomen emittiertes Licht mit $\Delta\nu/\nu \approx 10^{-7}$, $\lambda \approx 550$ nm. **½ Punkt**
- c) Für weißes Licht (näherungsweise). Schätzen Sie dazu zunächst λ und $\Delta\lambda$ und berechnen Sie daraus $\Delta\nu/\nu$. **1,5 Punkte**

Aufgabe 3

5 Punkte

Eine Anordnung zur Erzeugung Newtonscher Ringe besteht in einer plankonvexen Glaslinse mit Krümmungsradius R , deren flache Seite entspiegelt ist und die auf einer ebenen Glasplatte liegt. Beleuchtet man das System von oben mit monochromatischem, parallelem Licht unter einem vernachlässigbar kleinen Einfallswinkel zur Senkrechten, kann man ein Interferenzmuster beobachten. Dieses entsteht aufgrund der Reflexion von Lichtstrahlen an den beiden Grenzflächen des Luftspaltes. Linse und Glasplatte haben den Brechungsindex $n_G > 1$. Die Dicke des Luftspaltes d hängt von der Position r ab. Die Dicke der Linse spielt keine Rolle und man kann davon ausgehen, dass das Licht an der nur schwach gekrümmten Linsenfläche nicht in andere Richtungen gebrochen wird.

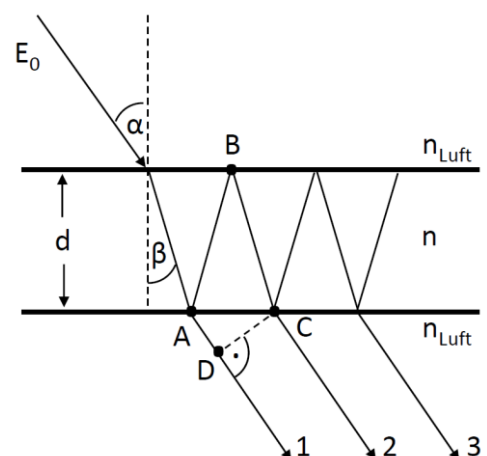


- Zeigen Sie, dass für die Ringe konstruktiver Interferenz in Reflexion $d = \left(m + \frac{1}{2}\right) \cdot \frac{\lambda}{2}$ mit $m = 0, 1, 2, 3, \dots$ gilt. **1 Punkt**
- Berechnen Sie für $d \ll R$ den Radius der hellen Ringe in Reflexion in Abhängigkeit von der Ordnung m und dem Krümmungsradius R . **1 Punkte**
- Wie unterscheiden sich das reflektierte und das transmittierte Interferenzmuster? **1 Punkt**
- Wie viele helle Ringe lassen sich in Reflexion beobachten, wenn die Anordnung mit gelbem Natriumlicht der Wellenlänge $\lambda = 490 \text{ nm}$ beleuchtet wird und die Linse einen Krümmungsradius $R = 1 \text{ m}$ sowie einen Durchmesser von 2 cm besitzt? **1 Punkt**
- Wie groß ist der Durchmesser des sechsten hellen Rings in Reflexion? Wie ändert sich der Durchmesser, wenn sich statt Luft Wasser ($n = 1.33$) zwischen Wasser und Linse befindet? **1 Punkte**

Aufgabe 4

5 Punkte

Eine ebene Lichtwelle (Amplitude E_0) fällt unter einem kleinen Einfallswinkel α aus der Luft auf eine planparallele, durchsichtige Platte (Dicke d , Brechungsindex $n > 1$). Ein Anteil der gebrochenen Welle tritt direkt durch die untere Grenzfläche aus (Teilwelle 1), andere Anteile erst nach weiteren Reflexionen an den Grenzflächen (Teilwellen 2, 3, ..., ∞).



- Berechnen Sie den Gangunterschied Δs zwischen den Teilwellen 1 und 2 als Funktion von d , n , α . **2 Punkte**
- Berechnen Sie das transmittierte elektrische Feld E_t . **1,5 Punkte**
- Zeigen Sie mit dem Ansatz $I_t \sim E_t \cdot E_t^*$, dass für die Intensität gilt:

$$I_t \sim \frac{E_0^2 (1-r^2)^2}{(1-r^2)^2 + 4r^2 \sin^2\left(\frac{\Delta\varphi}{2}\right)}. \quad \mathbf{1,5 \text{ Punkte}}$$



Deine Hilfe für den Studienstart

Du teilst gern dein Wissen über den Studienalltag?

Unterstützt gerne bei Sorgen
und Ängsten?

Möchtest den nächsten
RocketScience-Vortrag
organisieren?



Die Mentoren suchen Dich!

Schreib uns:
mentoring@fachschaft.physik.kit.edu

