

Übungsblatt 5

Ausgabe: Dienstag, 22.11.2022

Abgabe: Dienstag, 29.11.2022, vor 10:00 Uhr

Besprechung: Donnerstag, 1.12.2022 (Übungen)

**Die Abgabe ist in der Box im Foyer des Physikhochhauses möglich oder in ILIAS unter:
Abgaben zu den Übungsblättern -> Tutorium X -> Übungsblätter -> 5. Übungsblatt
-> Datei abgeben.**

Aufgabe 1

4 Punkte

Eine Lichtwelle hat den Feldstärkevektor $\vec{E}(t, z) = E_0 \begin{pmatrix} \cos(\omega t - kz) \\ \cos(\omega t - kz) \\ 0 \end{pmatrix}$.

- Wie ist die Welle polarisiert? **½ Punkt**
- Die Welle durchläuft eine $\lambda/4$ – Platte, deren optische Achse parallel zur x-Achse orientiert ist. Für die Brechungsindizes senkrecht und parallel zur optischen Achse gilt $n_{\text{Senkrecht}} > n_{\text{Parallel}}$. Geben Sie den Feldstärkevektor \vec{E}_1 der Welle nach Durchgang durch die Platte an. Wie ist die transmittierte Welle polarisiert? **1 Punkt**
- Die Welle durchläuft nach der ersten eine zweite $\lambda/4$ – Platte, die identisch zur ersten und parallel zu dieser orientiert ist. Geben Sie den Feldstärkevektor \vec{E}_2 der Welle nach Durchgang durch die zweite Platte an. Wie ist die transmittierte Welle polarisiert? Vergleichen Sie mit der Eingangspolarisation in Aufgabe a)! **1 Punkt**
- Die zweite $\lambda/4$ – Platte wird so gedreht, dass ihre optische Achse parallel zur y-Achse orientiert ist. Geben Sie den Feldstärkevektor \vec{E}_2 der Welle nach Durchgang durch die zweite Platte an. Wie ist die transmittierte Welle polarisiert? (Vergleich mit a)!) **1 Punkt**
- Welche Eigenschaft muss das Material haben, aus dem die $\lambda/4$ – Platte besteht? Wie dick muss die Platte sein? **½ Punkt**

Aufgabe 2

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 $+4^\circ$.

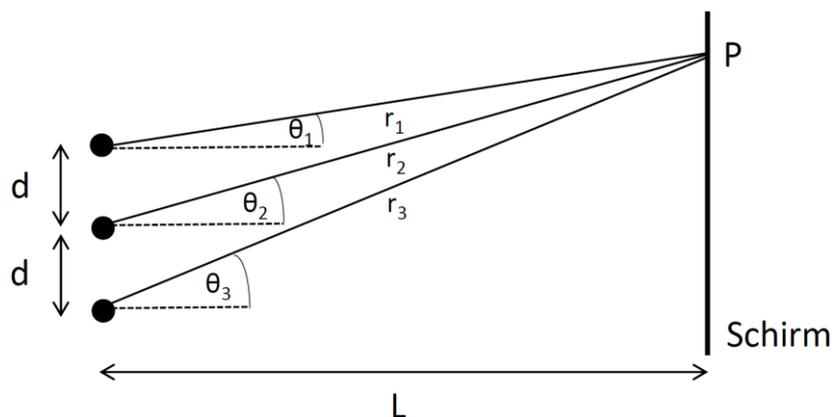
- Bestimmen Sie den tatsächlichen Restzucker des Weins und den Zuckergehalt (also die Masse des Zuckers) der Probe, wenn 1 Gramm Zucker gelöst in 1 cm^3 Flüssigkeit das Licht um $+66,52^\circ$ auf einer Strecke von 10 cm dreht. Würden Sie den Wein kaufen? **2 Punkte**
- Um wie viel Grad hätte sich die Polarisation drehen dürfen, wenn der vom Händler angegebene Restzucker richtig gewesen wäre? **1 Punkt**

Aufgabe 3

4 Punkte

Drei Punktlichtquellen beleuchten einen Schirm mit gleich intensivem, monochromatischem, kohärentem Licht. Der Abstand L der drei Quellen vom Schirm ist sehr viel größer als der Abstand d der drei Quellen voneinander ($L \gg d$). Jede Quelle ist Ausgangspunkt einer Kugelwelle. Alle Kugelwellen haben die gleiche Amplitude, die Amplitude jeder Welle ist in alle Richtungen gleich groß.

- Berechnen Sie die Gangunterschiede zwischen den Wellen 1 und 2 sowie zwischen den Wellen 1 und 3 am Punkt P . Verwenden Sie die Näherung, dass r_1 , r_2 und r_3 parallel sind wegen $L \gg d$. **1 Punkt**
- Berechnen Sie die elektrische Feldstärke E am Punkt P . Summieren Sie dazu die Feldstärken der drei Kugelwellen unter Berücksichtigung ihres Gangunterschieds auf. Verwenden Sie an geeigneter Stelle die Näherung, dass r_1 , r_2 und r_3 betragsgleich sind wegen $L \gg d$. **1,5 Punkte**
- Zeigen Sie mit dem Ansatz $I \sim E \cdot E^*$ (* komplex konjugiert), dass für die Intensität gilt:
$$I \sim \frac{1}{r_1^2} \left(2 \cdot \left(\cos(k \cdot d \cdot \sin(\theta_1)) + \frac{1}{2} \right) \right)^2$$
 1,5 Punkte

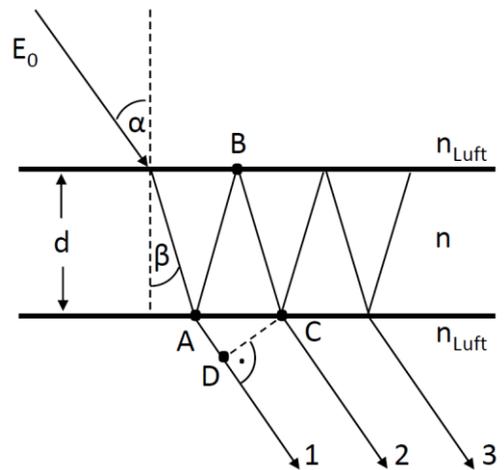


--- Bitte beachten Sie die folgende Seite! ---

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, ..., ∞).



- a) Berechnen Sie den Gangunterschied Δs zwischen den Teilwellen 1 und 2 als Funktion von d , n , α .

2 Punkte

- b) Berechnen Sie das transmittierte elektrische Feld E_t .

1,5 Punkte

- c) Zeigen Sie mit dem Ansatz $I_t \sim E_t \cdot E_t^*$, dass für die Intensität gilt:

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

Das Physikertheater präsentiert

VINETA

von Jura Soyfer

3. Dezember 2022 Einlass: 19:30
4. Dezember 2022 Einlass: 16:30

KIT Campus Gaede Horsaal
Eintritt frei!

www.physikertheater.de