

Übungen zu den Grundlagen der Physik II

SS 2009 Übungsblatt Nr. 11

Frage 11:

- Eine Welle wird beim Übergang von Dielektrium 1 zu Dielektrium 2 von der Normalen zur Grenzfläche weg gebrochen. In welchem Medium ist die Phasengeschwindigkeit größer?
- Die Dichte der Atmosphäre wird mit zunehmender Höhe geringer. Erklären Sie, warum man die Sonne unmittelbar nach dem Untergang noch sehen kann. Warum erscheint sie kurz vorher abgeflacht?
- Aus welcher Eigenschaft der Maxwellgleichungen folgt das Superpositionsprinzip?
- Wie sind die Energiedichte und die Energiestromdichte des elektromagnetischen Feldes definiert?

[4 Punkte]

Aufgabe 42:

- Mit einer Lochkamera soll eine gelbe Zitrone in einem Abstand von 2 Metern von der Lochöffnung fotografiert werden. Der Abstand der Bildplatte zum Loch beträgt 10 cm. Berechnen sie die für ein optimal scharfes Bild richtige Lochgröße unter Berücksichtigung von Beugungseffekten. Wie ändert sich die optimale Lochgröße für Gegenstände mit einer anderen Entfernung zum Loch?
- In der Nacht ist eine Flasche mit Olivenöl (Brechzahl 1,47) von einem Segelboot ins Wasser (Brechzahl 1,33) gefallen und hat auf dem Wasser einen dünnen Olivenölfilm mit einer Fläche von 10 m^2 erzeugt. Im senkrecht auf den Ölfilm einfallenden Taschenlampenlicht (weißes Licht) sieht man im reflektierten Licht vornehmlich Rot und Grün, also Licht mit den Wellenlängen 700 nm und 500 nm. Berechnen Sie, wie viel Olivenöl aus der Flasche ausgelaufen ist.

[6 Punkte]

Aufgabe 43:

- Unpolarisiertes Licht geht durch sechs aufeinanderfolgende Polarisationsfolien, deren Achsen jeweils einen 30° -Winkel mit der vorigen bilden. Berechnen Sie die Intensität hinter jeder der drei Polarisationsfolien und tragen sie den Verlauf grafisch über den Winkel auf. Wie groß ist die Intensität des durchgelassen Strahls hinter fünf aufeinanderfolgende Polarisationsfolien, deren Achsen jeweils einen 45° -Winkel mit der vorigen bilden.
- Beschreiben Sie, wie die Polarisationssebene eines linear polarisierten Lichtstrahls von 90° gedreht werden muss, damit bei Verwendung von Polarisatoren ein Intensitätsverlust von nur 10% auftritt.
- Zeigen Sie, dass eine linear polarisierte Welle als Überlagerung einer rechts und einer links-zirkular polarisierten Welle angesehen werden kann.

[10 Punkte]

Aufgabe 44

In der Vorlesung wurde Fraunhofer-Beugung auf zwei Weisen behandelt: Durch Fouriertransformation der 'Durchlass-Funktion', und mit Huygens' Prinzip. Hier wollen wir sehen, dass beides auf dasselbe hinausläuft.

- a) In Aufgabe 40 haben wir das Beugungsbild einer rechteckigen Öffnung berechnet. Ergebnis:

$$\tilde{E}(\vec{k}) = E_0 \tilde{f}_D = \frac{2}{\pi} E_0 \frac{\sin\left(\frac{1}{2} k_2 a\right) \sin\left(\frac{1}{2} k_3 b\right)}{k_2 k_3}$$

Werten Sie dies im Limes einer infinitesimal kleinen Öffnung $a \rightarrow da$, $b \rightarrow db$ aus. Zusammen mit den Superpositionsprinzip folgt aus dem Ergebnis die im Experimenterteil diskutierte Konstruktion des Beugungsbildes gemäß Huygens. Erklären Sie dies!

- b) Berechnen Sie das Beugungsbild eines Spaltes gemäß Huygens' Prinzip. Ist der wesentliche Schritt dieser Rechnung etwas anderes als die Fouriertransformation der Durchlassfunktion?

[6 PUNKTE]

Aufgabe 45

Die gesamte Leistung, die die Sonne abstrahlt, ist ungefähr $3.5 \cdot 10^{26}$ Watt.

- a) Berechnen Sie die Energiestromdichte am Ort der Erde unter der Annahme einer kreisförmigen Erdbahn. Wie stark schwankt sie auf Grund der Exzentrizität?
- b) Ungefähr 20 % der einfallenden Leistung werden von der Erdatmosphäre direkt reflektiert. Berechnen Sie den Strahlungsdruck am (vollständig absorbierenden) Erdboden in Abhängigkeit von der Richtung zur Sonne.
- c) Luft erfüllt in guter Näherung das ideale Gasgesetz $P = \rho R T$. (P : Druck, ρ : Teilchendichte, T : absolute Temperatur, $R = 8.3 \frac{\text{Watt sek}}{\text{Mol Grad}}$: Gaskonstante. Unter Normalbedingungen gilt $\rho = 1 \text{ Mol}/22.4 \text{ Liter}$, $T = 300^\circ$.) Berechnen Sie die Temperaturänderung, die eine Druckänderung von der Größe des Strahlungsdruckes hervorruft. Jeder, der einmal bei Sonnenschein barfuß über eine Metallplatte gelaufen ist, sollte jetzt erklären können, warum die 'Lichtmühlen' nicht vom Strahlungsdruck getrieben werden.

[4 PUNKTE]