

Ferienkurs Experimentalphysik 3

Übungen Montag

14. März 2011

Brechungsindex: Luft: $n = 1,000277$; Wasser: $n = 1,3333$; Kronglas: $n = 1,61$; Plexiglas: $n = 1,491$; Äthylalkohol: $n = 1,36$; Diäthyläther: $n = 1,3529$
Schallgeschwindigkeit: Luft: $v = 340 \frac{m}{s}$; Wasser: $v = 1500 \frac{m}{s}$

1 Magnetische Welle

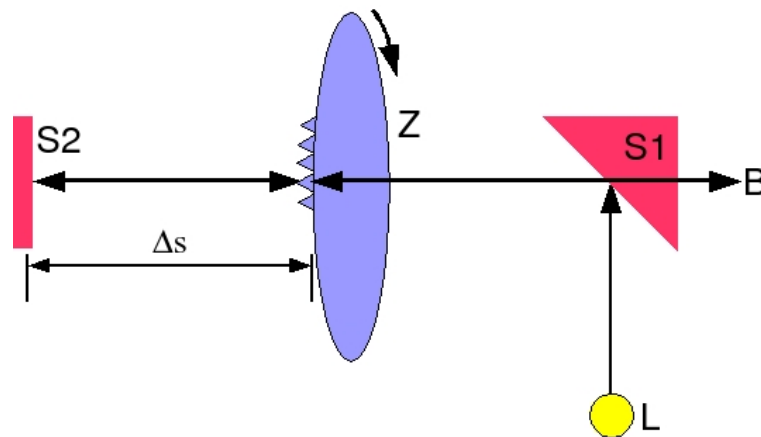
Leiten sie aus den Maxwellgleichungen die Wellengleichung für das magnetische B-Feld her. Überzeugen sie sich, dass sie die gleiche Form wie die Wellengleichung für das elektrische Feld hat. Welche Konsequenzen hat das für Frequenz und Phase der E- und B-Felder.

2 Sonnensegel

Die Sonne erzeugt auf Höhe der Erdmlaufbahn eine Intensität von $1300 W/m^2$.

- Berechnen sie die Stärke des E und B Felds der Sonnenstrahlung
- Berechnen sie den Strahlungsdruck der Sonnenstrahlung
- Wie groß müsste ein Sonnensegel sein, dass eine Raumsonde mit einer Masse von 1000kg aus einer niedrigen Erdumlaufbahn weiter von der Erde wegheben soll, wenn die Sonne unter einem Winkel von 30° auf das Segel fällt (Nehmen sie $g = 9,8 m/s^2$ an, und dass alle auftreffende Strahlung absorbiert wird)
- Welchen Unterschied macht es, wenn die auftreffende Strahlung nicht absorbiert, sondern reflektiert wird?

3 Lichtgeschwindigkeit nach Fizeau



Eine Methode die Lichtgeschwindigkeit zu messen besteht darin, einen Lichtstrahl durch ein Zahnrad zerhacken zulassen, und diesen dann von einem entfernten Spiegel durch das Zahnrad zurück reflektieren zu lassen. Die Rotationsgeschwindigkeit muss so gewählt werden, dass der Lichtstrahl der die n -te Zahnlücke passiert hat durch die $n+1$ Lücke wieder passiert und detektiert wird.

- Leiten sie die nötige Winkelgeschwindigkeit in Abhängigkeit der Distanz zwischen Zahnrad und Spiegel her.
- Fizeau wählte eine Entfernung von 8,6km und ein Zahnrad mit 720 Zähnen. Das Rad rotiert mit 24Hz. Welchen Wert für die Lichtgeschwindigkeit hat er gemessen?

4 Polarisation

- Licht der Intensität $100 \frac{W}{m^2}$ aus einer Halogenlampe falle auf einen idealen Linearpolarisator mit senkrechter Durchlassrichtung. Wie groß ist die Intensität bei Austritt? Hinter den ersten Polarisator schaltet man nun einen weiteren Linearpolarisator mit horizontaler Durchlassrichtung. Wie groß ist die Intensität nach dem zweiten Polarisator? Zum Schluss bringt man noch einen dritten Linearpolarisator zwischen die beiden ersten. Seine Durchlassrichtung ist um 45° gedreht. Wie groß ist nun die Intensität nach allen drei Polarisatoren? Erklären Sie das auftretende Paradoxon!
- Wir leiten einen Lichtstrahl durch zwei gekreuzte perfekte Polarisationsfilter, zwischen denen sich ein dritter, ebenfalls perfekter Polarisationsfilter befindet, der mit der Kreisfrequenz ω rotiert. Zeigen Sie, dass der transmittierte Lichtstrahl mit der Frequenz 4ω moduliert ist. Wie verhalten sich Amplitude und Mittelwert der transmittierten zur einfallenden Flussdichte?

5 Reflexion, Polarisation

- Ein Taucher befindet sich in einer Tiefe von 10m unter dem Wasserspiegel und schaut nach oben. Wie groß ist die Meeresoberfläche, durch die hindurch er Objekte außerhalb des Wassers

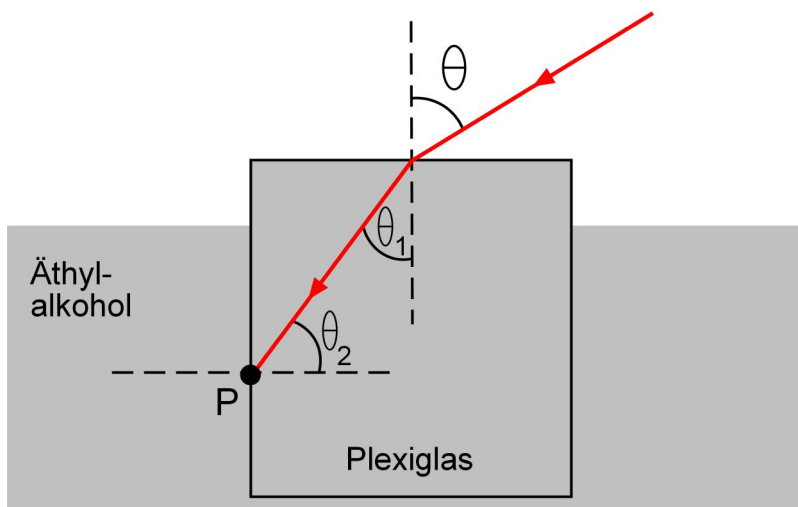


Abbildung 1: Plexiglasquader in Äthylalkohol

sehen kann?

(b) Unter welchem Winkel muss man unpolarisiertes Licht in Luft auf eine Glasplatte (Kronglas, SK1) einfallen lassen, damit der reflektierte Anteil vollständig linear polarisiert ist? Wie ist der Vektor der elektrischen Feldstärke der reflektierten Lichtwelle dann orientiert?

6 Quader in Äthylalkohol

Ein Lichtstrahl treffe aus Luft auf einen Plexiglasquader, der fast vollständig in Äthylalkohol eingetaucht ist (vgl. Abb.1).

- (a) Berechnen Sie den Winkel θ , für den sich am Punkt P Totalreflexion ergibt.
 (b) Wenn der Äthylalkohol entfernt wird, ergibt sich dann auch mit dem in (a) berechneten Winkel θ am Punkt P Totalreflexion? Warum?

7 Totalreflexion an Diäthylätherfilm

Untersuchen Sie, wie ein dünner Diäthylätherfilm auf einer Plexiglasfläche den kritischen Winkel der Totalreflexion beeinflusst. Beantworten Sie dazu folgende Fragen:

- (a) Betrachten Sie zunächst die Situation ohne Diäthylätherfilm. Wie groß ist der kritische Winkel der Totalreflexion θ_t für die Plexiglas-Luft-Grenzfläche?
 (b) Nun befinde sich ein dünner Diäthylätherfilm direkt auf dem Plexiglas. Wie groß ist der kritische Winkel der Totalreflexion θ_t für die Plexiglas-Diäthyläther-Grenzfläche?
 (c) Gibt es einen Bereich von Einfallswinkeln, die größer sind als der in (a) bestimmte kritische Winkel der Totalreflexion θ_t für die Plexiglas-Luft-Grenzfläche, unter denen Licht aus dem Plexiglas in den Diäthyläther-Film und anschließend in die Luft austreten kann?