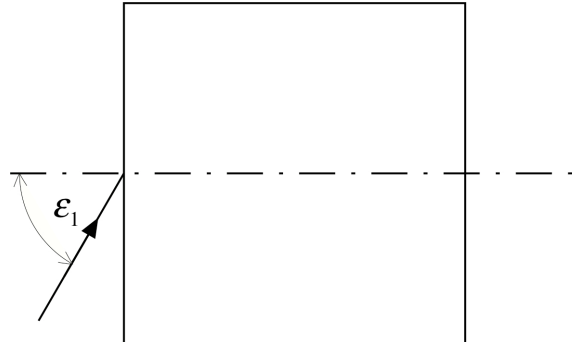


2. Übung am 23. 5. 2019

2.1 Brechung an einem Glaswürfel

Ein Lichtstrahl, der in der Zeichenebene verläuft, fällt unter einem Winkel $\varepsilon_1 = 60^\circ$ auf die Flächenmitte eines von Luft umgebenen Würfels aus Glas. Bestimmen sie den Lichtweg im Würfel, wenn der Brechungsindex des Glases $n = 1,5$ beträgt. Unter welchem Winkel verlässt der Strahl den Würfel?

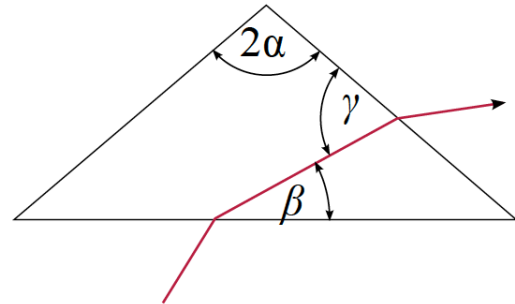
(1Pkt)



2.2 Zur Verbesserung der Lichtausbeute von Leuchtdioden wird deren Oberfläche strukturiert. Hier soll angenommen werden, dass die Oberfläche regelmäßig mit pyramidenförmigen Erhebungen aus einem Material mit der Brechzahl n_p beschichtet ist. Die Abbildung zeigt die pyramidenförmige Oberfläche einer Leuchtdiode (mit Definition der Winkel). Das Licht tritt unter dem Winkel β an der Basis in die Pyramide ein und soll die Seitenfläche ohne Totalreflexion passieren.

Welchen Spitzenwinkel 2α gemäß der Abbildung müssen die Pyramiden mindestens aufweisen, damit das Licht, das in die Pyramide eintritt, die Oberfläche ohne Totalreflexion verlassen kann?

(1 Pkt)



2.3 Gegeben sei Licht der Intensität 100 W/m^2 aus einer Halogenlampe.

- Dieses Licht 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?
- Nun 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 Polarisierungen? Erklären Sie das auftretende "Paradoxon"!

(Lösung: a) 50 W/m^2 ; b) 0 W/m^2 ; c) $12,5 \text{ W/m}^2$)

(1 Pkt)

2.4 Ein Lichtstrahl aus einer Halogenlampe wird durch zwei gekreuzte perfekte Polarisationsfilter geleitet, zwischen denn sich ein dritter, ebenfalls perfekter Polarisationsfilter befindet, der mit der Kreisfrequenz ω rotiert. Zeigen sie, dass der transmittierte Lichtstrahl mit der Kreisfrequenz 4ω moduliert ist. Wie verhalten sich Amplitude und Mittelwert der transmittierten zur einfallenden Intensität?

(1 Pkt)

2.5 Unpolarisiertes Licht fällt aus Luft ($n_1 = 1$) unter dem Brewsterwinkel $\theta = \theta_B$ auf eine dielektrische Platte ($n_2 = 1,45$). Berechnen sie:

a) $\rho_s^2, \tau_s^2, \rho_p^2, \tau_p^2$, wobei $a = (n_2 \cos \theta') / (n_1 \cos \theta)$

(θ' : Winkel zum Lot im Medium)

b) Zeigen sie, dass $\rho_s^2 + a\tau_s^2 = 1$ und $\rho_p^2 + a\tau_p^2 = 1$ ist.

(Hinweis: Berücksichtigung der unterschiedlichen Energieflussdichten!)

c) Bestimmen Sie den Anteil des durchtretenden Lichtes in Bezug auf die Intensität des einfallenden unpolarisierten Lichtes.

(3 Pkte)

2.6 Eine linear polarisierte Welle der Form $\vec{E} = \hat{x} \cdot E_0 \exp[i(\omega t - \tilde{k}z + \varphi)]$ mit der Vakuumfrequenz $\nu_0 = 5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ falle aus der Luft ($n_1 = 1$) kommend bei $z = 0$ senkrecht auf ein homogenes Material mit dem komplexen Brechungsindex $\tilde{n} = 3,0 - i \cdot 0,15$ bei dieser Frequenz.

1) Wie groß sind Kreisfrequenz, Wellenlänge und Phasengeschwindigkeit des Lichtstrahls im Vakuum und im Medium?

2) Wie lauten die Fresnel-Formeln für diese Situation.

3) Wie viel Prozent der Intensität der Strahlung wird an der Grenzfläche reflektiert?

4) Bestimmen sie die \vec{E} - und \vec{B} -Felder im Medium

5) In welcher Tiefe ist die Intensität der Strahlung auf den 1/e-ten Teil abgesunken?

6) Bestimmen sie den Phasenwinkel zwischen \vec{E} - und \vec{B} -Feld im Material.

(2 Pkte)

2.7 Ein Strahl aus unpolarisiertem gelben Licht fällt auf eine Kalkspatplatte der Dicke $h = 10 \text{ mm}$. Die optische Achse der Kalkspatplatte ist parallel zur Oberfläche orientiert und liegt senkrecht zur Einfallsebene des Strahls.

a) Berechnen sie den Winkelunterschied $\Delta\beta$ zwischen dem ordentlichen und außerordentlichen Strahl im Kalkspat.

b) Berechnen sie die Versetzung d der beiden durch die Platte durchgehenden Strahlen zueinander bei einem Einfallswinkel von $\alpha = 50^\circ$.
Brechungsindex Kalkspat: $n_o = 1,6584$; $n_{ao} = 1,4864$

(Lösung: a) $\Delta\beta \approx 3,5^\circ$, b) $d \approx 0,53 \text{ mm}$)

(1 Pkt)

