

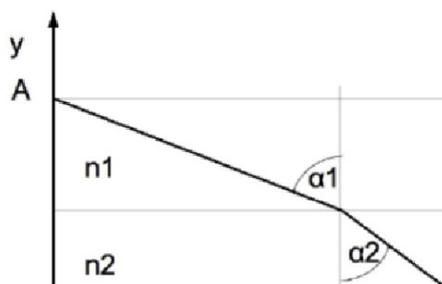
Übungsblatt 10

Besprechung am 09.07.2020

Aufgabe 1

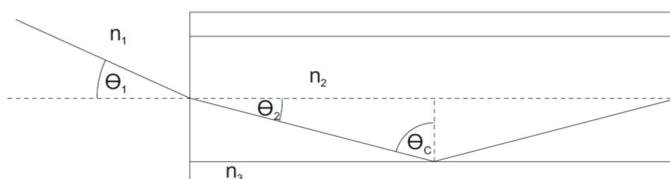
Snellius'schen Brechungsgesetz. Das Snellius'sche Brechungsgesetz (oder einfach nur Brechungsgesetz), beschreibt die Richtungsänderung der Ausbreitungsrichtung einer ebenen Welle beim Übergang in ein anderes Medium. In der folgenden Aufgabe soll das Brechungsgesetz hergeleitet werden.

- a) Was besagt das Fermat'sche Prinzip?
- b) In der unteren Abbildung ist der Durchgang von Licht durch zwei Medien mit unterschiedlichen Brechungsindizes gezeigt. Leiten Sie nun das Snellius'sche Brechungsgesetz aus den in der Abbildung gezeigten physikalischen Begebenheiten her. Für den optischen Weg den das Licht zurücklegt können sie hierzu den folgenden Ansatz verwenden:
 $L(AB) = n_1 \cdot l_1 + n_2 \cdot l_2$.



Aufgabe 2

Lichtwellenleiter. Zur schnellen Datenübertragung werden oft Glasfaserkabel verwendet. So ein Kabel besteht im Prinzip aus einem langen, transparenten Kern mit einem Brechungsindex n_2 der von einem Mantel mit dem Brechungsindex $n_3 < n_2$ umgeben ist. Der Unterschied im Brechungsindex führt hier zur Totalreflexion am Übergang Kern-Mantel (siehe Abbildung).



- a) Bestimmen Sie in Abhängigkeit der Brechungsindizes n_1 , n_2 und n_3 den maximalen Eintrittswinkel Θ_1 , unter dem ein Strahl in den Leiter eingekoppelt werden kann, damit es zur Totalreflexion am Kern-Mantel Übergang kommt. (**Hinweis:** Die folgenden Identitäten könnten zur Lösung der Aufgabe hilfreich sein: $\sin(x) = \cos(y)$ für $x + y = \pi/2$ und $\cos(\sin^{-1}(x)) = \sqrt{1 - x^2}$)
- b) Lichtstrahlen mit unterschiedlichen Wellenlängen weisen aufgrund von Dispersion verschiedene Geschwindigkeiten im Kernmedium auf. Nehmen Sie nun an, dass der Kern aus einem Silicatkronglas besteht, welches für rotes Licht einen Brechungsindex von $n_r = n(700nm) = 1,5$ und für blaues Licht $n_b = n(400nm) = 1,52$ aufweist. Berechnen Sie mit diesen Angaben den Laufzeitunterschied von roten und blauen Lichtanteilen in zwei Kabeln der Länge $l_1 = 10$ m und $l_2 = 10$ km. Mit welcher maximalen Frequenz können Daten mit Lichtpulsen aus weißem Licht durch die Kabel geschickt werden?

Aufgabe 3

Interferenz und Beugung am Doppelspalt. Licht der Wellenlänge 550 nm trifft auf zwei Spalte mit der Breite 0,03 mm und dem Abstand 0,15 mm.

- a) Wie viele Interferenzmaxima treten in der gesamten Breite des zentralen Beugungsmaximums auf?
- b) Wie verhält sich die Intensität des dritten Interferenzmaximums auf einer Seite von der Mitte (ohne diese mitzuzählen) zur Intensität des zentralen Interferenzmaximums?