

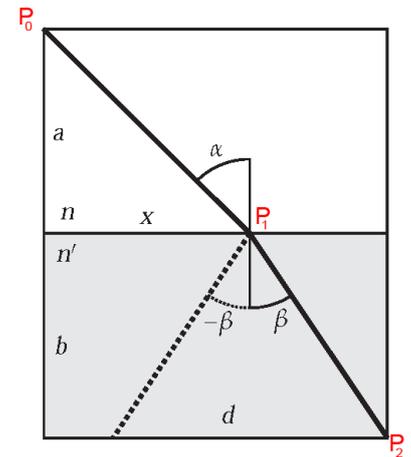
Abgabe: bis 20.05.2014, 18:00 (Fächer vor Büro 1.20)

13.05.2014

Aufgabe 1 - Fermatsches Prinzip - Rettungsschwimmer (4 Punkte)

Ein Rettungsschwimmer befindet sich an Land an der Position P_0 und die zu rettende Person an der Stelle P_2 im Wasser. Die Entfernung des Rettungsschwimmer zum Meer ist a und der Abstand der zu rettenden Person vom Strand ist b . Ausserdem ist der Abstand der beiden Personen parallel zur Grenze Meer-Strand gleich d . Der Rettungsschwimmer rennt an Land mit der Geschwindigkeit v_L und im Wasser schwimmt er mit der Geschwindigkeit v_W .

- Was ist der optimale Punkt P_1 bzw. der optimale horizontale Abstand x , bei dem er ins Wasser springen muss, damit er schnellstmöglich zu der zu rettenden Person gelangt? Geben Sie einen allgemeinen Ausdruck für x in Abhängigkeit von den gegebenen Parametern an. Welcher Zusammenhang gilt für den optimalen Weg zwischen den Winkeln α und β ?
- Beweisen Sie analog mit Hilfe des Fermatschen Prinzips das Snelliussche Brechungsgesetz.



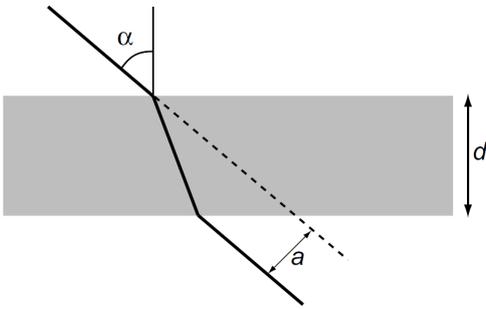
Aufgabe 2 - Fermatsches Prinzip - Fata Morgana (4 Punkte)



Die Temperaturabhängigkeit des Brechungsindex von Luft sei gegeben durch: $n(T) = 1.000291 - 10^{-6} \cdot T$ ($^{\circ}\text{C}^{-1}$). An einem heissen Sommertag sei die Strassentemperatur 70°C und die Temperatur am Punkt des Beobachters 30°C . Ein Lichtstrahl der von Punkt A ausgeht nehme den in der Abbildung beschriebenen Verlauf (dieses Phänomen wird auch als Fata Morgana bezeichnet).

- Verwenden Sie das Fermatsche Prinzip, um den Verlauf des Lichtstrahls qualitativ zu erklären. Warum krümmt sich der Lichtstrahl?
- Verwenden Sie die geometrische Optik, um den Verlauf des Lichtstrahls zu erklären. Unterteilen Sie die Luftschicht mit kontinuierlichem Brechungsindex in mehrere diskrete Schichten mit konstantem Brechungsindex und zeichnen Sie den Strahlverlauf ein.
- Unter welchem Winkel trifft der Strahl den Beobachter? Nutzen Sie für ihre Überlegungen die Symmetrie des Strahlverlaufs aus. Wie gross ist der Winkel im letzten diskreten Abschnitt? Welche Näherung folgt daraus?

Aufgabe 3 - Planparallele Platte (4 Punkte)



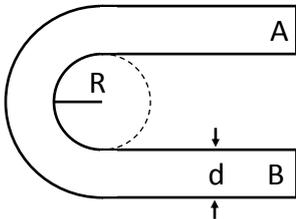
Ein monochromatischer Lichtstrahl (Wellenlänge $\lambda = 600\text{nm}$) treffe wie in der Abbildung dargestellt unter einem Winkel α auf eine von Luft ($n = 1$) umgebene planparallele Glasplatte und werde durch die Platte um einen Abstand a versetzt. Der Brechungsindex der Platte für diese Wellenlänge betrage $n = 1.5$.

- Zeigen Sie, dass die Richtung des Lichtstrahls nach Austritt aus der Platte die gleiche ist wie vor dem Eintritt.
- Leiten Sie einen Ausdruck für den Versatz a her?
- Wie groß muss α sein, dass beim Austritt Totalreflexion auftritt?
- Die Brechzahl n ist eine Funktion der Wellenlänge. Blaues Licht wird dabei stärker gebrochen als rotes Licht. Was passiert qualitativ (Tipp: Zeichnung für blauen und roten Lichtstrahl), wenn man die Glasplatte mit einem weissen Lichtstrahl durchleuchtet?

Aufgabe 4 - Silberspiegel (4 Punkte)

Bestimmen Sie aus den Fresnel-Formeln für den Übergang von Luft ($n_1 = 1, \kappa_1 = 0$) nach Silber ($n_2 = 0.17, \kappa_2 = 2.94$) die Amplitudenreflexionskoeffizienten ρ_s, ρ_p und das Reflexionsvermögen für die Einfallswinkel $\alpha = 0^\circ, \alpha = 45^\circ$ und $\alpha = 85^\circ$. Wie weit dringt senkrecht einfallendes Laserlicht der Wellenlänge $\lambda = 532\text{ nm}$ in die Silberschicht ein?

Aufgabe 5 - Wellenleitung in Glas (4 Punkte)



Die abgebildete Glasstruktur habe einen rechteckigen Querschnitt. Ein paralleler Lichtstrahl falle senkrecht durch die glatte Oberfläche A. Bestimmen Sie den kleinsten Wert des Verhältnisses R/d , für welches das komplette Licht, das in die Glasstruktur durch Fläche A eintritt, wieder durch die Fläche B austritt. Der Brechungsindex von Glas sei gegeben durch $n = 1.5$.