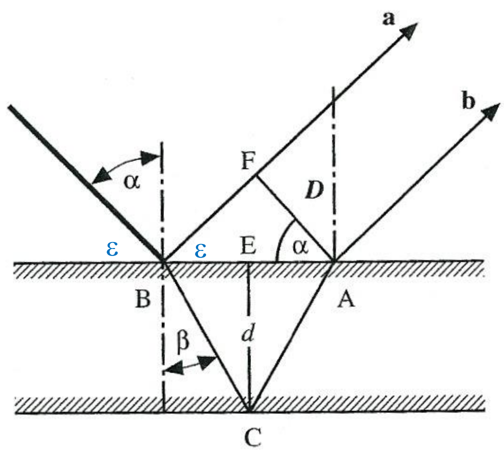
Fällt ein schmales Lichtbündel auf eine planparallele Glasplatte der Dicke d und der Brechzahl n, die an der Unterseite verspiegelt ist, so kommt es an den beiden Grenzflächen zu mehrfachen Reflexionen (s. Abbildung).

Es soll der Zusammenhang des Abstandes D der Lichtstrahlen a und b in Abhängigkeit von n und α untersucht werden.



a) Begründen Sie, dass der Winkel BAF dem Einfallswinkel α entspricht.
b) Berechnen Sie für d=1cm und n=1,4 den Abstand D =AF für die Einfallswinkel α=30° (45°, 70°).
c) Formulieren Sie eine Vermutung über die Abhängigkeit D=f(α), wenn n und d konstant sind.
d) Welchen Einfluss hat die Brechzahl n auf den Abstand D? Überprüfen Sie durch Rechnung mit n=1,7 und α=45°!
e) Leiten Sie eine <u>allgemeine</u> Gleichung D=f(α, n) für d=konstant her.
f) Veranschaulichen Sie diesen Zusammenhang als Funktionsschaar D=f(α) mit dem Parameter n.

<u>Lösungen</u>:

a) α + ε = 90° Reflexionsgesetz + Innenwinkelsumme im Dreieck ABF: Winkel BAF = α

b) $\alpha = 30°$, $n_{Luft} = 1$, $n_{Glas}=1{,}4$

$\frac{\sin(\alpha)}{\sin(\beta)} = \frac{1}{n}$ β = 20,9°

$\tan(\beta) = \frac{BE}{d}$ BE = 0,38cm AB=0,765cm

$\cos(\alpha) = \frac{D}{AB}$ D = 0,662cm

α = 45°: β = 30,3°, AB = 1,17cm D = 0,828cm

α = 70°: b = 42,16°, AB = 1,81cm D = 0,62cm

c) Nach den Ergebnissen der Aufgabe b) müsste ein Winkel α existieren, bei dem der Abstand D ein Maximum ist.

d) Je größer n, desto kleiner D

α = 45°; n = 1,7: β = 24,58° AB = 0,915cm D = 0,647cm

e)

$D = AF = AB \cdot \cos(\alpha) = 2 \cdot BE \cdot \cos(\alpha)$ $\sin(\beta) = \frac{BE}{BC}$ $BE = BC \cdot \sin(\beta)$

$D = 2 \cdot BC \cdot \sin(\beta) \cdot \cos(\alpha)$ $\sin(\beta) = \frac{\sin(\alpha)}{n}$ Brechungsgesetz

$D = 2 \cdot BC \cdot \frac{\sin(\alpha)}{n} \cdot \cos(\alpha)$ $\cos(\beta) = \frac{d}{BC}$ $BC = \frac{d}{\cos(\beta)}$

$D = 2 \cdot \frac{d}{\cos(\beta)} \cdot \frac{\sin(\alpha)}{n} \cdot \cos(\alpha)$ $\sin(\beta)^2 + \cos(\beta)^2 = 1$ $\cos(\beta) = \sqrt{1 - \sin(\beta)^2}$

$D = 2 \cdot \frac{d}{\sqrt{1-\sin(\beta)^2}} \cdot \frac{\sin(\alpha)}{n} \cdot cos(\alpha)$ $\sin(\beta)^2 = \frac{\sin(\alpha)^2}{n^2}$ (Brechungsgesetz)²

$D = 2 \cdot \frac{n \cdot d}{\sqrt{n^2 - \sin(\alpha)^2}} \cdot \frac{\sin(\alpha) \cdot \cos(\alpha)}{n}$ ⇨ $D(n,\alpha) = 2d \cdot \frac{\sin(\alpha) \cdot \cos(\alpha)}{\sqrt{n^2 \cdot \sin(\alpha)^2}}$