

- 1.** Anwendung der **Fresnel-Formeln**: Für die senkrecht, beziehungsweise parallel zur Einfallsebene gerichtete Komponente ist das **Reflexionsvermögen** an einer Grenzfläche gegeben durch

$$R_s = \frac{A_{rs}^2}{A_{es}^2} = \left(\frac{n_1 \cos \alpha - n_2 \cos \beta}{n_1 \cos \alpha + n_2 \cos \beta} \right)^2 \quad \text{und} \quad R_p = \frac{A_{rp}^2}{A_{ep}^2} = \left(\frac{n_2 \cos \alpha - n_1 \cos \beta}{n_2 \cos \alpha + n_1 \cos \beta} \right)^2.$$

- a) Wie lautet das Reflexionsvermögen bei senkrechtem Einfall? Es gilt $T + R = 1$.
- b) Wie lautet das Transmissionsvermögen T ?
- c) Man berechne für $\alpha = 0^\circ$ R und T an einer Grenzfläche Luft-Glas ($n_1 = 1$, $n_2 = 1,5$).
(Lösung: $R = 0,04$, $T = 0,96$)
- d) Für welche Beziehung zwischen α und β wird $A_{rp} = 0$?
- e) Wie hängt der so ermittelte Einfallswinkel von n_1 und n_2 ab?
- f) Man berechne diesen Winkel für die Grenzfläche Luft-Glas! (Lösung: $56,3^\circ$)

- 2.** **Fresnel-Formeln** an Metalloberflächen: Bei der **Reflexion an Metalloberflächen** gilt $n_1 = 1$, $n_2 = n' - ik$.

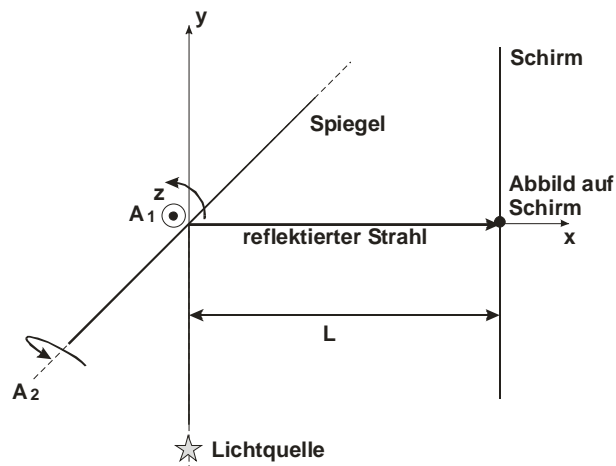
- a) Man gebe das Reflexionsvermögen für senkrechten Einfall an!
- b) Man berechne R für Aluminium ($\lambda = 600 \text{ nm}$, $n' = 0,95$, $\kappa = 6,4$). (Lösung: $R = 0,92$)
- c) Man berechne R für Kupfer ($\lambda = 500 \text{ nm}$, $n' = 1,031$, $\kappa = 2,78$; $\lambda = 1000 \text{ nm}$, $n' = 0,147$, $\kappa = 6,93$).
Was läßt sich aus diesem Ergebnis folgern? (Lösung: $R = 0,65$; $R = 0,99$)

- 3.** **Münze im Wasser**: Eine Münze liegt am Grund eines Schwimmbeckens in $h = 4 \text{ m}$ Tiefe. Ein Lichtstrahl tritt unter einem Winkel von $\alpha = 20^\circ$ zur Oberfläche **aus dem Wasser**. Die **Wassertemperatur** beträgt 20°C . Wie tief liegt die Münze **scheinbar** für einen Beobachter?
(Lösung: *Scheinbare Tiefe: 1,45 m*)

- 4.** **Reflexionsgesetz und Extremalprinzip**: Leiten Sie das Reflexionsgesetz für einen Lichtstrahl mittels des Fermat'schen Prinzips her.

Bitte Seite wenden!

5. **Reflexionsgesetz:** Ein Lichtstrahl falle im **Ursprung** des in der Skizze gegebenen Koordinatensystems unter einem **Winkel von 45°** auf einen **ebenen Spiegel** ein. Der Strahl liegt in der **x/y -Ebene**, in seiner Ausgangslage steht der Spiegel **senkrecht** (parallel zu z). Der am Spiegel reflektierte Strahl trifft auf einen **Schirm**, welcher sich bei $x = L$ befindet und der **parallel zur y/z -Ebene** steht. Dort erzeugt er ein **Punktförmiges Abbild**. Der Spiegel ist um die **Achsen A_1 und A_2 kippbar** (siehe Skizze). **A_1 ist ident mit der z -Achse**, A_2 liegt sowohl **in der Spiegelebene** als auch **in der x/y -Ebene** und geht durch den **Ursprung**.



- a) Berechnen Sie die Koordinaten x_p , y_p und z_p des Abbildes des reflektierten Strahles auf dem Schirm, wenn dieser um einen **Winkel α gegen den Uhrzeigersinn um A_1 verkippt** wird.
 (Lösung: $x_p = L$, $y_p = L \cdot \tan(2 \cdot \alpha)$, $z_p = 0$)
- b) Berechnen Sie die Koordinaten x_p , y_p und z_p des Abbildes des reflektierten Strahles auf dem Schirm, wenn dieser um einen **Winkel α gegen den Uhrzeigersinn um A_2 verkippt** wird.
 (Lösung: $x_p = L$, $y_p = L \cdot \tan^2 \alpha$, $z_p = L \cdot \sqrt{2} \cdot \tan \alpha$)
6. Unter welchem Winkel α muß ein **Lichtstrahl auf eine Luft-Glas-Grenzfläche** ($n_{\text{Glas}} = 1,5$) fallen, damit der Winkel zwischen dem einfallenden und dem reflektierten Strahl gleich dem Winkel zwischen dem einfallenden und dem gebrochenen Strahl wird? (Lösung: $\alpha = 73,22^\circ$)