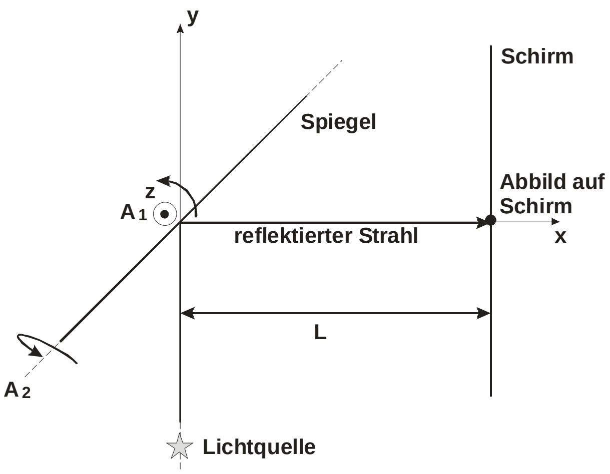
1. **Brechungsgesetz**: Leiten Sie das Snellius'sche Brechungsgesetz für einen Lichtstrahl beim Übergang von einem Medium mit dem **Brechungsindex n_1** in ein Medium mit dem **Brechungsindex n_2** mittels des Fermat'schen Prinzips her.

2. **Übergangsbedingungen**: Eine elektromagnetische Welle mit **$\vec{E}$-Feld in der Einfallebene** fällt auf eine Grenzfläche Luft/Materie mit **Brechungsindex n** unter einem **Winkel α** ein. Schreiben Sie **alle vier Grenzbedingungen α** für die $\vec{E}$ und $\vec{H}$ Felder der transmittierten und reflektierten Welle als Funktion des Einfallswinkels. Aus welchen zwei Grenzbedingungen folgt das Snelliussche Gesetz?

3. **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: $x_P = L,\ y_P = L \cdot \tan^2 \alpha,\ z_P = L \cdot \sqrt{2} \cdot \tan\alpha$)

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

Bitte Seite wenden!

5. **Doppelbrechung**: Berechnen Sie die beiden **Brechungsindizes** ($n = \frac{k \cdot c}{\omega}$) sowie beide **Polarisationen** ($\frac{E_x}{E_y}$) für eine **elektromagnetische Welle entlang der *z*-Richtung** (d.h. $\vec{k} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ k \end{pmatrix}$) in einem Material mit folgendem dielektrischem Tensor: $\hat{\varepsilon} = \begin{pmatrix} 1{,}5 & 0{,}5 & 0 \\ 0{,}5 & 1{,}5 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$. Die ***z*-Komponente des $\vec{E}$-Vektors darf als 0 angenommen werden** (warum?). Die **Wellengleichung** in diesem Fall lautet: $k^2 \cdot \vec{E} = \frac{\omega^2}{c^2} \cdot \hat{\varepsilon}\vec{E}$.

6. **Matrixmethoden**: Bestimmen Sie die Transformationsmatrix **M** von

a) einer dicken Sammellinse mit den **Krümmungsradien der Linsenflächen R_1 und R_2**
b) einer dicken Zerstreuungslinse mit den **Krümmungsradien der Linsenflächen R_1 und R_2**

Der Lichtstrahl falle von Links auf die erste Grenzfläche ein, der **Brechungsindex der Umgebung sei n_1**, jener der **Linse n_2**.

Hinweis: *Die Krümmungsradien seien so groß, dass der Strahlweg in der Linse durch deren Dicke D angenähert werden kann. Die Lösung kann der Literatur entnommen werden.*