

12. Übungsblatt

Besprechung: 23.01.2012

1. Brechung

Ein Lichtstrahl tritt von einem Medium mit Brechungsindex  $n_2 = 1.5$  in Luft über. Ein Teil des Strahl wird reflektiert, ein Teil wird gebrochen.

- (a) Bestimmen Sie den Ausfallswinkel des reflektierten Strahls, wenn der Einfallswinkel zum Lot  $\alpha_{\text{ein}} = 30^\circ$  beträgt.
- (b) Bestimmen Sie den Winkel des gebrochenen Strahls zum Lot, wenn der Einfallswinkel zum Lot  $\alpha_{\text{ein}} = 30^\circ$  beträgt.
- (c) Bei welchem Einfallswinkel tritt Totalreflexion auf?

(Lösungswerte: a)  $30^\circ$ , b)  $48.6^\circ$ , c)  $41.8^\circ$  )

**Lösung:**

Lösungsansatz: "physikalisches Phänomen: Brechung"

- (a) Bei Reflexion gilt: Einfallswinkel=Ausfallswinkel, also  $\alpha_{\text{aus}} = \alpha_{\text{ein}} = 30^\circ$
- (b) Snellius-Brechungsgesetz:  $n_2 \sin \alpha_{\text{ein}} = n_1 \sin \alpha_1$  mit  $n_1 \approx 1$  (Luft),  $n_2 = 1.5$  und  $\alpha_{\text{ein}} = 30^\circ$ .  
 Auflösen nach  $\alpha_1$ :  
 $\sin \alpha_1 = \frac{n_2}{n_1} \sin \alpha_{\text{ein}} = \frac{1.5}{1} \sin(30^\circ) = \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{3}{4}$   
 $\rightarrow \alpha_1 = \sin^{-1} \left( \frac{3}{4} \right) \approx 48.59^\circ$
- (c) Totalreflexion:  $n_2 \sin \alpha_{\text{total}} = n_1 \sin(90^\circ) = n_1$ .  
 $\rightarrow \sin \alpha_{\text{total}} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1}{1.5} = \frac{2}{3}$   
 $\rightarrow \alpha_{\text{total}} = \sin^{-1} \left( \frac{2}{3} \right) \approx 41.81^\circ$

2. Elektromagnetische Wellen

Ergänzen Sie folgende Aussagen physikalisch korrekt:

- (a) Die Frequenz von rotem Licht der Wellenlänge 680 nm ist .....
- (b) Blaues Licht hat eine ..... Frequenz als rotes Licht.
- (c) Ein Hertzscher Dipol strahlt am stärksten ..... zur Schwingungachse ab.
- (d) Die elektromagnetische Strahlung eines Hertzschen Dipols ist ..... polarisiert.
- (e) Mischt man gleichintensives Licht aller Farben des Regenbogenspektrums, so ergibt sich ..... Licht.
- (f) Überlagert man Licht einer magenta-, cyan- und gelbfarbenen Lampe, so ergibt empfindet das Auge dies als .....

(Lösungswerte: (a)  $4.41 \cdot 10^{14}$  Hz, (b) größer, (c) senkrecht, (d) linear, (e) weißes, (f) weiß. )

**Lösung:**

- (a) Es gilt:  $f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{680 \cdot 10^{-9} \text{m}} \approx 4.41 \cdot 10^{14}$  Hz
- (b) Antwort: größer. Blaues Licht hat eine kürzere Wellenlänge als rotes Licht, also auch eine höhere Frequenz.
- (c) Antwort: senkrecht. Die Abstrahlcharakteristik eines Hertzschen Dipols zeigt keine Abstrahlung parallel zur Schwingungsrichtung, dafür maximale Abstrahlung senkrecht dazu
- (d) Antwort: linear. Der  $\vec{E}$ -Feldvektor ist immer parallel zur Schwingungsrichtung, daher ist die elektromagnetische Welle parallel zur Schwingungsrichtung linear polarisiert.

- (e) Antwort: weißes. Dies entspricht physikalisch weißen Licht. Der subjektive Farbeindruck (weiß) entsteht, weil auch alle Farbrezeptoren gleich intensives Licht ihrer spezifischen Farbe erhalten, was im Gehirn zu dem Lichteindruck "weiß" verrechnet wird.
- (f) Antwort: weiß. Hier gilt die additive Farbmischung, die Magenta als Mischung aus Rot und Blau, Cyan als Mischung aus Blau und Grün, Gelb als Mischung aus Rot und Grün darstellt. Erneut werden die Farbrezeptoren in gleicher Intensität angeregt, diesmal allerdings "paarweise": Magenta regt die blau- und rot-empfindlichen, Cyan die blau- und grün-empfindlichen, Gelb die rot- und grün-empfindlichen Farbrezeptoren an. Das Gehirn verrechnet dies wiederum zum Sinneseindruck "weiß".

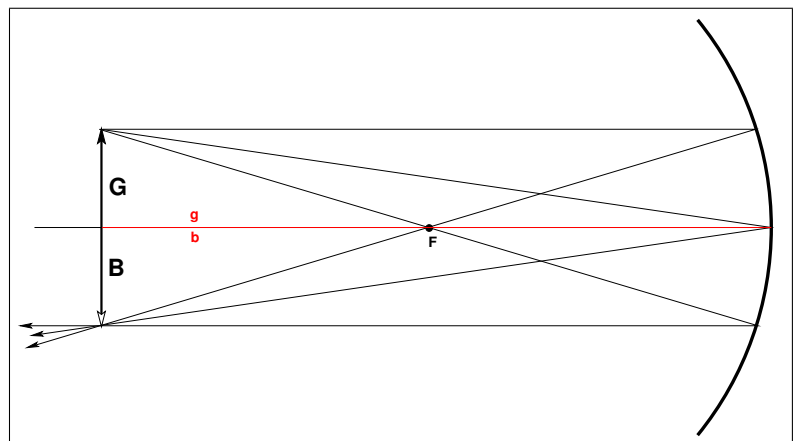
### 3. Hohlspiegel

- (a) Im Abstand  $g = 20$  cm von einem sphärischen Hohlspiegel mit einer Brennweite  $f = 10$  cm befindet sich ein Gegenstand der Größe  $G$ . Skizzieren Sie den Strahlengang. Geben Sie die Vergrößerung  $V$  an. Steht das Bild aufrecht oder auf dem Kopf? Handelt es sich um ein reelles oder virtuelles Bild?
- (b) Nun wird ein Gegenstand der Größe  $G = 1$  cm in  $g = 2$  cm Abstand vom Hohlspiegel platziert. Skizzieren Sie den Strahlengang zur Konstruktion des Bildes  $B$ . Geben Sie die Vergrößerung  $V$  an. Steht das Bild aufrecht oder auf dem Kopf? Handelt es sich um ein reelles oder virtuelles Bild?

(Lösungswerte: (a)  $b = 20$  cm,  $V = 1$ , auf dem Kopf, reelles Bild, (b)  $b = -2.5$  cm,  $V = -1.25$ , aufrecht, virtuelles Bild )

#### Lösung:

- (a) Nutze drei Strahlen: Achsenparallel  $\rightarrow$  Brennpunktstrahl, Brennpunktstrahl  $\rightarrow$  Achsenparallel, Mittelpunktstrahl  $\rightarrow$  Mittelpunktstrahl  
 Vergrößerung folgt aus  $V = \frac{B}{G} = \frac{b}{g} = \frac{20 \text{ cm}}{20 \text{ cm}} = 1$



- (b) Wie Teil (a), nur dass Strahlen auf andere Spiegelseite verlängert werden müssen (gestrichelt in Abbildung)  
 Vergrößerung folgt aus  $V = \frac{B}{G} = \frac{b}{g} = \frac{-2.5 \text{ cm}}{2 \text{ cm}} = -1.25$

