

## Aufgaben 2                      **Reflexion und Brechung** **Reflexionsgesetz, Brechungsgesetz, Totalreflexion, Parallelverschiebung**

### Lernziele

- sich aus dem Studium eines schriftlichen Dokumentes neue Kenntnisse und Fähigkeiten erarbeiten können.
- einen bekannten oder neuen Sachverhalt analysieren und beurteilen können.
- wissen und verstehen, wie die Brechzahl eines Mediums definiert ist.
- das Reflexionsgesetz und das Brechungsgesetz kennen und anwenden können.
- aus einem Experiment neue Erkenntnisse gewinnen können.
- das Phänomen der Totalreflexion kennen und mit Hilfe des Brechungsgesetzes erklären können.
- das Phänomen der Parallelverschiebung an einer planparallelen Platte kennen und mit Hilfe des Brechungsgesetzes erklären können.

### Aufgaben

- 2.1      Studieren Sie im Lehrbuch Tipler/Mosca den folgenden Abschnitt:  
- 28.3 Reflexion und Brechung (Seiten 1011 bis 1013, nur bis zum Ende des Beispiels 28.3)

- 2.2      Studieren Sie das folgende Applet:  
- Reflexion und Brechung

Hinweis:

- Den Link zum Applet finden Sie unter  
<http://www.thomasborer.ch> → Physik → Dokumente/Applets

2.3      **Experimente: Reflexion und Brechung**

Reflexion am Planspiegel (Planspiegel auf Träger)

- a)      Überprüfen Sie das Reflexionsgesetz bei der Reflexion eines Lichtstrahls an einem Planspiegel für verschiedene Einfallswinkel.

Reflexion und Brechung an Grenzfläche Luft-Glas (Modellkörper, halbkreisförmig)

- b)      Überprüfen Sie für verschiedene Einfallswinkel, dass an der Grenzfläche Luft-Glas sowohl Reflexion als auch Brechung auftritt.
- c)      Überprüfen Sie das Reflexionsgesetz für verschiedene Einfallswinkel.
- d)      Überprüfen Sie, dass gemäss dem Brechungsgesetz das Verhältnis  $\sin(\theta_2) : \sin(\theta_1)$  zwischen den Sinus-Werten von Ausfalls- und Einfallswinkel konstant ist.
- e)      Bestimmen Sie die Brechzahl des Materials, aus welchem der halbkreisförmige Modellkörper gefertigt ist. Messen Sie dazu für verschiedene Einfallswinkel den Ausfallswinkel, und wenden Sie das Brechungsgesetz an. Nehmen Sie dabei für Luft die Brechzahl  $n_1 = 1$  an.

Brechung an Grenzfläche Luft-Wasser (Küvette, Doppelhalbkreis, Hälfte mit Wasser gefüllt)

- f)      Bestimmen Sie die Brechzahl von Wasser. Messen Sie dazu für verschiedene Einfallswinkel den Ausfallswinkel, und wenden Sie das Brechungsgesetz an. Nehmen Sie dabei für Luft die Brechzahl  $n_1 = 1$  an.

Totalreflexion an Grenzfläche Glas-Luft (Modellkörper, halbkreisförmig)

- g)      Überprüfen Sie für verschiedene, nicht allzu grosse Einfallswinkel, dass an der Grenzfläche Glas-Luft sowohl Reflexion als auch Brechung auftritt.
- h)      Ab einem kritischen Einfallswinkel  $\theta_k$  wird kein Licht mehr in die Luft hinaus gebrochen. Das ganze Licht wird reflektiert (Totalreflexion). Messen Sie den kritischen Einfallswinkel  $\theta_k$ .

(Fortsetzung auf nächster Seite)

Parallelverschiebung an planparalleler Glasplatte (Modellkörper, trapezförmig)

- i) Lassen Sie einen Lichtstrahl durch den Modellkörper fallen. An der Vorder- und der dazu parallelen Rückseite tritt sowohl Reflexion als auch Brechung auf. Beobachten Sie, dass der auf der Rückseite in die Luft hinausgebogene Strahl parallel zum auf die Vorderseite auftreffenden einfallenden Strahl verläuft. Messen Sie die Parallelverschiebung (senkrechter Abstand von einfallendem und hinten ausfallenden Strahl) für verschiedene Einfallswinkel.

2.4 (Voraussetzung: Experimente Aufgabe 2.3 bearbeitet)

Ein Lichtstrahl läuft durch ein Medium der Brechzahl  $n_1$  und trifft auf die Grenzfläche zu einem Medium mit kleinerer Brechzahl  $n_2 < n_1$ .

- a) Erklären Sie mit Hilfe des Brechungsgesetzes, dass nur für genügend kleine Einfallswinkel  $\theta_1$  ein Teil des Lichts gebrochen wird.
- b) Bestimmen Sie den sogenannten kritischen Einfallswinkel  $\theta_k$ , ab welchem kein gebrochener Strahl mehr auftritt.

2.5 (Voraussetzung: Experimente Aufgabe 2.3 bearbeitet)

Ein Lichtstrahl läuft durch ein Medium der Brechzahl  $n_1$  und trifft unter dem Einfallswinkel  $\theta_1$  auf die Oberfläche einer planparallelen Platte. Die Platte hat die Dicke  $d$ , und das Material der Platte hat die Brechzahl  $n_2 > n_1$ . Ein Teil des Lichts wird in die planparallele Platte hineingebrochen. Dieser gebrochene Lichtstrahl erreicht die Rückseite der planparallelen Platte, wo ein Teil des Lichts wieder ins äussere Medium der Brechzahl  $n_1$  hinausgebogen wird. Dieser hinausgebogene Lichtstrahl verläuft parallel zum ursprünglichen Lichtstrahl (vgl. Aufgabe 2.3 i).

Bestimmen Sie die Parallelverschiebung, d.h. den senkrechten Abstand  $s$  der beiden Geraden, auf welchen der ursprüngliche und der aus der planparallelen Platte hinausgebogene Lichtstrahl liegen.

Hinweise:

- Erstellen Sie eine Skizze der Situation.
- Finden Sie rechtwinklige Dreiecke, an welchen Sie trigonometrische Beziehungen formulieren können.

2.6 Bearbeiten Sie im Arbeitsbuch Mills zu Tipler/Mosca die folgenden Aufgaben:  
A28.1, A28.3, A28.4, A28.7, A28.9

2.7 (Voraussetzung: Experimente Aufgabe 2.3 bearbeitet)

Bearbeiten Sie im Arbeitsbuch Mills zu Tipler/Mosca die folgenden Aufgaben:  
A28.12, A28.14, A28.20, A28.24

2.8 (siehe nächste Seite)

2.8 Beurteilen Sie, ob die folgenden Aussagen wahr oder falsch sind.  
Kreuzen Sie das entsprechende Kästchen an.

	wahr	falsch
a) Die Brechung eines Lichtstrahls beim Übertritt von einem Medium in ein anderes ist eine Folge der unterschiedlichen Ausbreitungsgeschwindigkeiten des Lichts in den beiden Medien.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Ein Lichtstrahl, der senkrecht auf die Grenzfläche zwischen zwei Medien trifft, wird nicht gebrochen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Wenn ein Lichtstrahl auf die Grenzfläche zu einem Medium mit kleinerer Brechzahl trifft, dann tritt immer Totalreflexion auf.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Der kritische Winkel bei der Totalreflexion hängt nur von den Brechzahlen der beiden betreffenden Medien ab.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) Wenn ein Lichtstrahl auf die Grenzfläche zu einem anderen Medium trifft, tritt immer sowohl Reflexion als auch Brechung auf.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## Lösungen

2.1 ...

2.2 ...

2.3 ...

2.4 a)  $\sin(\theta_2)$  kann keine Werte annehmen, die grösser als 1 sind.

b)  $\theta_k = \arcsin\left(\frac{n_2}{n_1}\right)$

$$2.5 \quad s = \left( \sin(\theta_1) - \frac{\frac{n_1}{n_2} \sin(\theta_1)}{\sqrt{1 - \left(\frac{n_1}{n_2} \sin(\theta_1)\right)^2}} \cos(\theta_1) \right) \cdot d$$

2.6 ...

2.7 ...

2.8 a) wahr

b) wahr

c) falsch

d) wahr

e) falsch