

Aufgaben 2 Reflexion und Brechung Totalreflexion, Lichtleiter

Lernziele

- sich aus dem Studium eines schriftlichen Dokumentes neue Kenntnisse und Fähigkeiten erarbeiten können.
- einen bekannten oder neuen Sachverhalt analysieren und beurteilen können.
- das Reflexionsgesetz und das Brechungsgesetz kennen und anwenden können.
- aus einem Experiment neue Erkenntnisse gewinnen können.
- das Phänomen der Totalreflexion kennen und verstehen.
- die in einem Umlenk- bzw. Umkehrprisma auftretende Totalreflexion verstehen.
- die in einem Wellenleiter auftretende Totalreflexion verstehen.

Aufgaben

2.1 Vorgängiges Selbststudium

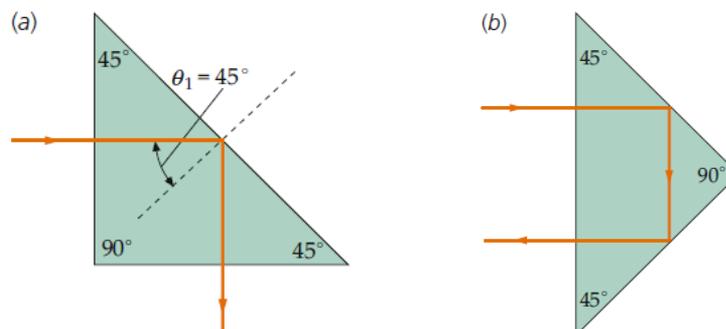
- Studieren Sie im Lehrbuch Tipler/Mosca den folgenden Abschnitt:
 - 28.3 Reflexion und Brechung (Teile „Totalreflexion“ und „Luftspiegelungen“, Seiten 1034 bis 1038)
- Studieren Sie das folgende **YouTube-Video**:
 - [Lichtleiter](#) (1:04)
- Führen Sie in Moodle den [Test 2.1](#) durch.

2.2

- Bearbeiten Sie im Arbeitsbuch Mills zu Tipler/Mosca die folgenden Aufgaben:
28.12, 28.13, 28.14, 28.25
- Anschlussaufgabe zur Aufgabe 28.13:
Zeigen Sie, dass der einfallende Lichtstrahl bei jedem beliebigen Einkoppelungswinkel θ_1 ($0^\circ \leq \theta_1 < 90^\circ$) durch die Glasfaser geleitet würde, wenn die Glasfaser keine Ummantelung hätte.

2.3 Betrachten Sie ein rechtwinkliges Prisma, d.h. ein Prisma, dessen Grundfläche aus einem gleichschenkligen rechtwinkligen Dreieck besteht.

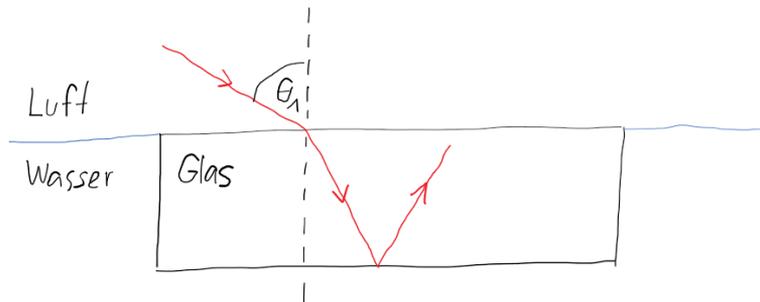
Das Prisma kann als 90° -Umlenkprisma (a) oder als Umkehrprisma (b) verwendet werden:



Bestimmen Sie, wie gross die Brechzahl des Prismas mindestens sein muss, damit man es als Umlenk- bzw. Umkehrprisma in Luft ($n_L := 1$) verwenden kann, d.h. damit an der hinteren Fläche des Prismas wirklich Totalreflexion auftritt.

2.4 (siehe nächste Seite)

- 2.4 Betrachten Sie einen Lichtstrahl, welcher aus der Luft auf die trockene Oberseite einer Glasplatte mit Brechzahl 1.50 trifft. Die Glasplatte ist mit Ausnahme der Oberseite vollständig von Wasser mit Brechzahl 1.33 umgeben:



- a) Berechnen Sie den Winkel, unter welchem der Strahl auf die Oberseite der Glasplatte einfallen muss, damit der in die Platte hineingebrochene Strahl gerade unter dem kritischen Winkel auf die im Wasser liegende Unterseite auftrifft, so dass dort Totalreflexion auftritt.
- b) Beurteilen Sie die Totalreflexion an der Unterseite der Platte des Quaders, wenn das Wasser entfernt wird.
- 2.5 Beurteilen Sie, ob die folgenden Aussagen wahr oder falsch sind. Kreuzen Sie das entsprechende Kästchen an.

	wahr	falsch
a) Wenn ein Lichtstrahl auf die Grenzfläche zu einem Medium mit kleinerer Brechzahl trifft, dann tritt immer Totalreflexion auf.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Ein Umkehrprisma funktioniert nur, falls die Brechzahl des Prismenmaterials deutlich grösser als 2 ist.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Der kritische Winkel bei der Totalreflexion hängt nur von den Brechzahlen der beiden betreffenden Medien ab.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Bei einem Lichtleiter würde das Weglassen der Ummantelung der Glasfaser die Lichtleitung in der Faser begünstigen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) Tritt beim Einfall eines Lichtstrahls auf die Grenzfläche zweier Medien keine Totalreflexion auf, kann man folgern, dass die Brechzahl des Mediums hinter der Grenzfläche höher ist als die Brechzahl des Mediums davor.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Lösungen

2.1 -

2.2 a) (siehe Arbeitsbuch Mills)

Hinweise zur Lösung von 28.14 b) im Arbeitsbuch Mills:

- Die beiden letzten Sätze der Lösung enthalten je einen Fehler.

- Im zweitletzten Satz sollte es heissen: „Dies ist der kritische Winkel ... an einer Glas-**Luft**-Grenzfläche.“

- Im letzten Satz sollte es heissen: „Daher tritt der Lichtstrahl ..., wenn $\theta_1 < 41.8^\circ$ ist.“

- Die Folgerung ist also, dass $\theta_1 < 41.8^\circ$ gelten muss, damit der Strahl in die Luft hinausgebrochen wird, und zwar unabhängig davon, ob sich ein Wasserfilm auf der Glasoberfläche befindet oder nicht.

- Die Antwort auf die in der Aufgabenstellung gestellte Frage „Gibt es einen Bereich von Einfallswinkeln, die grösser ...?“ lautet „Nein“.

b) Unter den Voraussetzungen $n_3 = n_1 := 1$ und $n_2 > \sqrt{2}$ (bei Glas erfüllt) erhält man für die numerische Apertur $\sin(\theta_1)$ einen Wert, der grösser als 1 ist. Dies bedeutet, dass bei allen Einfallswinkeln θ_1 ($0^\circ \leq \theta_1 < 90^\circ$) Totalreflexion auftritt.

2.3 $n_{\text{Prisma}} \geq \sqrt{2} = 1.41$

2.4 a) Es tritt für keinen Einfallswinkel Totalreflexion auf.

b) Es tritt für keinen Einfallswinkel Totalreflexion auf.

2.5 a) falsch

b) falsch

c) wahr

d) wahr

e) falsch