

Im Geschichtsunterricht wird ein Schüler bei der Abfrage an der Wandkarte dummerweise blank erwischt. Ein Mitschüler unterstützt ihn von seinem Platz aus mit Hilfe eines Taschenspiegels.

Beschreibe, wie es dem Mitschüler gelingt, von seinem Platz aus die gesuchten Orte auf der Karte zu markieren.

1. Grundlagen Optik

1.1 Reflexion und Spiegelbild

Intro: Der Spiegeltrick

Der Schüler hält seinen Taschenspiegel so, dass das einfallende Sonnenlicht gerade auf die Wandkarte gespiegelt wird, um bestimmte Stellen zu markieren. So hilft er seinem Mitschüler, der gerade ausgefragt wird.

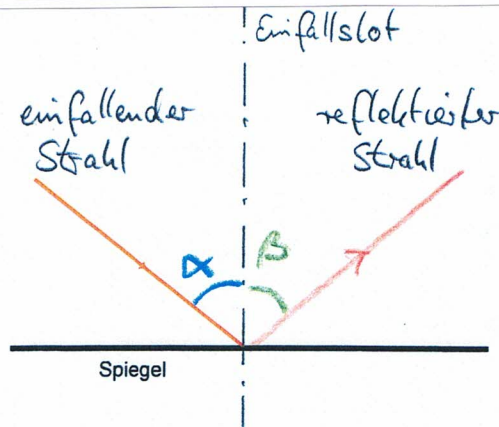


Erkenntnis:

Die Richtung von Lichtstrahlen kann durch Spiegel und glänzende Flächen umgelenkt werden. Dieses Phänomen heißt Reflexion.

Zur Vereinfachung untersuchen wir zunächst die auftretenden Winkel in einem zweidimensionalen Schnittmodell. Um eine eindeutige Mess- und Sprachregelung zu erreichen, haben sich die Physiker darauf festgelegt, immer den Winkel zwischen dem Strahl und der Senkrechten auf die Spiegeloberfläche (Einfallslot) zu messen. Notiere die gemessenen Winkel! Welche Regel findest Du?

Experiment: Systematische Untersuchung der Winkel bei Reflexion



α	β
30°	30°
45°	45°
60°	60°
15°	15°

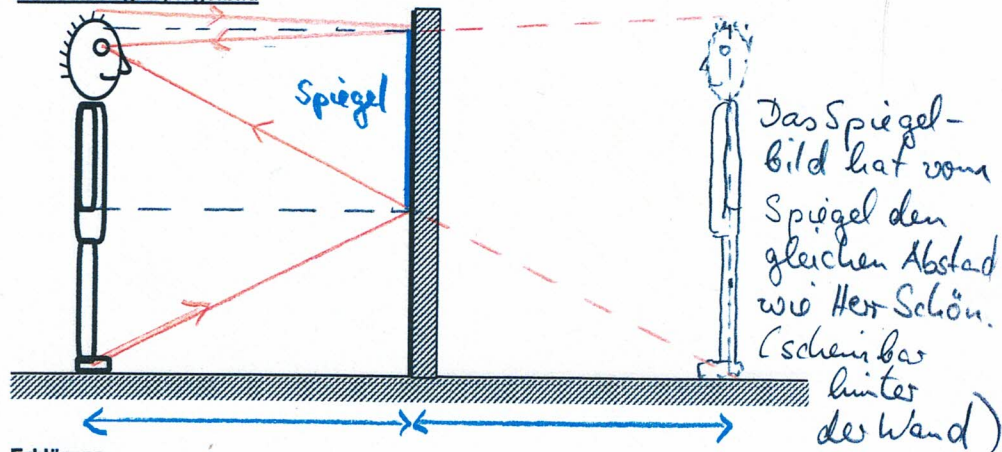
Eigenschaften der Reflexion (Reflexionsgesetz):

Die dreidimensionale Betrachtung in Teil b) ist gar nicht so banal. Wenn Du das genauer wissen willst, findest Du eine ausführliche Darstellung auf Leifiphysik unter Teilgebiet Optik - Lichtreflexion - Reflexionsgesetz Grundwissen.

- a) Einfallswinkel α = Reflexionswinkel β
b) einfallender Strahl, Einfallslot und reflektierter Strahl liegen in einer Ebene

- a) Erkläre durch einen geeigneten Lichtstrahl, weshalb Herr Schön seine Füße sehen kann.
 b) Wiederhole Dein Vorgehen auch für den Kontrollblick auf seine Frisur.
 c) Gib den Bereich an der Wand an, der verspiegelt sein muss, damit sich Herr Schön ganz sehen kann. Was bedeutet das für die benötigte Spiegelhöhe, wenn Herr Schön 1,80 m groß ist?
 d) Erkläre, weshalb Herr Schön sein Spiegelbild hinter der Wand sieht.

Anwendung: Spiegelbild



Erklärung:

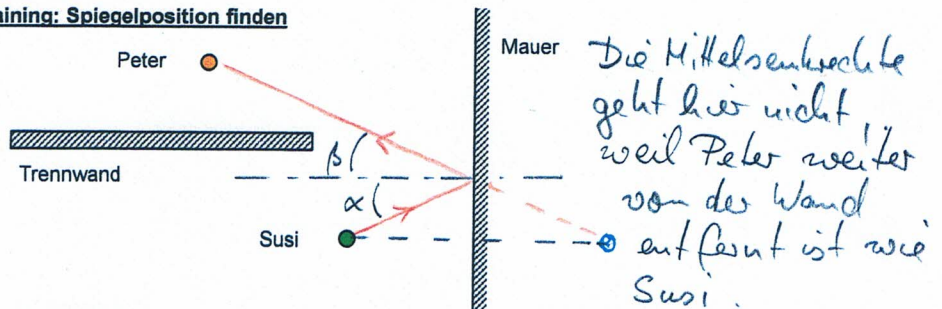
Der Lichtstrahl von seinen Füßen wird am Spiegel reflektiert und gelangt zu seinem Auge. Der Reflexionspunkt liegt dabei genau auf halber Höhe (Mittelsenkrechte zwischen Fuß und Auge), so dass Einfallswinkel und Reflexionswinkel gleich sind. Für die Haare geht's genauso. Dann muss der Spiegel genau halb so groß sein (90cm) wie Herr Schön, da er auf halber Höhe zwischen Fuß und Auge beginnt und auf halber Höhe zwischen Auge und Haaren endet.

Peter und Susi spielen Verstecken. Wegen einer Trennwand haben sie keinen direkten Blickkontakt.

Achtung: Wegen der unterschiedlichen Abstände zur Mauer funktioniert die Mittelsenkrechte hier nicht!

- a) Wo müsste an der Mauer ein Spiegel hängen, damit Peter darin Susi sehen kann?
 b) Kann Susi bei dieser Spiegelposition auch Peter sehen?

Training: Spiegelposition finden



Vorgehensweise:

Zeichne das scheinbare Spiegelbild von Susi hinter der Wand (gleicher Abstand, Verbindung senkrecht zur Wand). Der Schnittpunkt von Verbindungslinie und Wand ist der Reflexionspunkt des Strahles.

- c) Susi kann auch Peter sehen, da der Lichtweg nur entgegengesetzt verläuft. Auch hier ist $\beta = \alpha$.

Übungsmöglichkeiten:

Zahlreiche Aufgaben zur Reflexion und zu Spiegelbildern findest Du auf Leifphysik unter Teilgebiet Optik - Lichtreflexion - Aufgabenübersicht. Die Aufgabe "Versteckspiel" passt z.B. sehr gut zur Aufgabe aus der Unterrichtsstunde. Und ein Quiz ist immer empfehlenswert.

Selbst-Check:

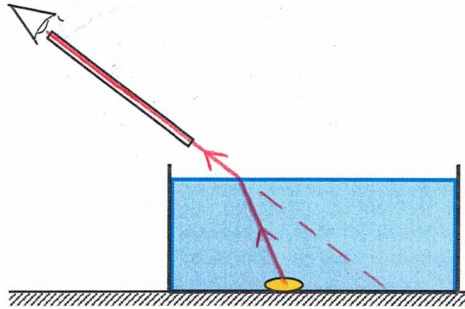
- Reflexionsgesetz
- Spiegelbild
- Bestimmung Spiegelposition

Eine Münze, die in einem Wasserbecken versenkt wurde (geht auch mit einer Tasse) soll mit einem Plastikröhrchen anvisiert werden. **Warum gelingt dies nicht?**

Dieses und weitere Experimente sind als Heimversuche auf Leifiphysik beschrieben unter:
Teilgebiet Optik - Lichtbrechung
- Versuche - Brechung
(Heimversuche).

1.2 Lichtbrechung

Intro: Der Trick mit der Münze



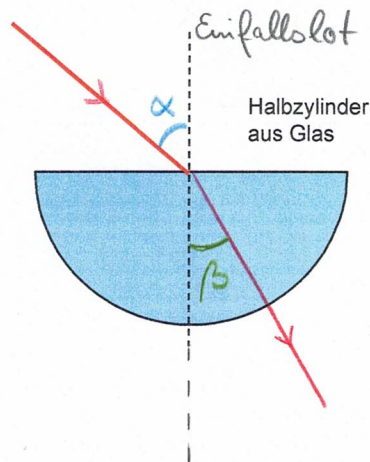
Der Lichtstrahl von der Münze bekommt an der Wasseroberfläche einen Knick (er wird gebrochen). Deshalb „zielt“ das Röhrchen auf eine andere Stelle als die, an der die Münze liegt.

Erkenntnis:

Beim Übergang von Lichtstrahlen von einem optisch dichteren (Wasser) zu einem optisch dünneren (Luft) Medium ändert sich die Richtung der Strahlen.
Dieses Phänomen heißt Brechung.

Zur Vereinfachung untersuchen wir die auftretenden Winkel in einem Schnittmodell in Form eines Halbzylinders aus Plexiglas. Auch hier werden die Winkel wieder bezogen auf das Lot zur Eintrittsfläche (Einfallslot) gemessen. **Notiere die Winkel! Welche Regeln findest Du?**

Experiment: Systematische Untersuchung der Winkel bei Brechung



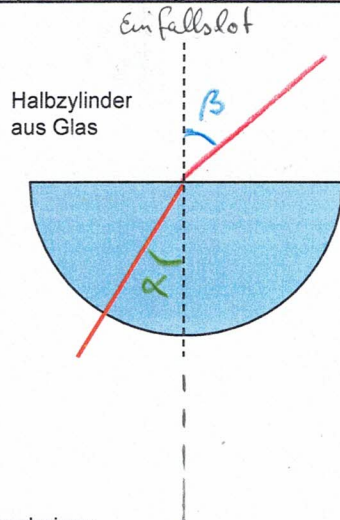
α	β
50°	30°
40°	25°
30°	20°
60°	35°
70°	38°
80°	40°

Eigenschaften der Brechung (Brechungsgesetz):

- Beim Übergang von Luft (optisch dünner) zu Glas (optisch dichter) wird der Lichtstrahl zum Lot hin gebrochen.
- Beim Übergang von Glas (optisch dünner) zu Luft (optisch dichter) wird der Lichtstrahl vom Lot weg gebrochen.
- Die Winkel sind weder gleich noch proportional.

Wir können auch den Lichtstrahl von der Glasseite her (von unten) gegen die Grenzfläche Glas-Luft treffen lassen. Wir geben dann quasi den Winkel β vor und messen den Winkel α dazu. Was fällt Dir dabei auf? Was passiert, wenn wir Winkel β verwenden, die im vorherigen Experiment gar nicht aufgetreten sind?

Experiment: Übergang von Glas zu Luft



α	β
20°	30°
25°	40°
30°	50°
35°	60°
40°	80°

45° kein Strahl außerhalb

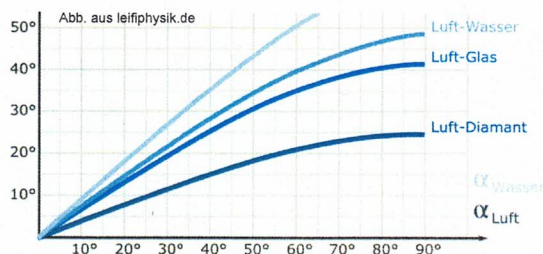
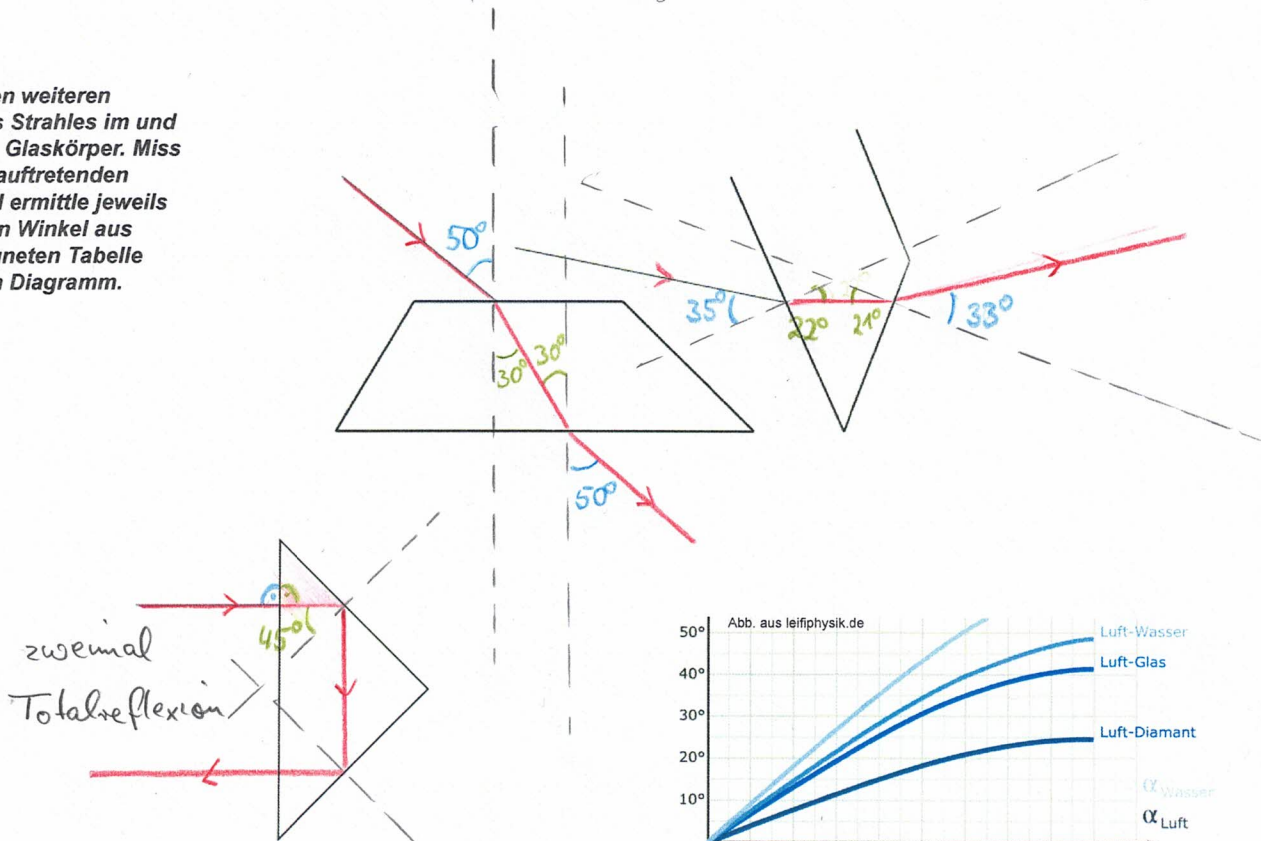
Ergebnisse:

- a) Beim Übergang vom dichteren (Glas) zum dünneren Medium (Luft) treten die gleichen Winkel auf wie beim Übergang in der umgekehrten Richtung.
- b) Überschreitet der Winkel im Glas den Grenzwinkel aus dem vorherigen Experiment (hier $\beta_{\max} = 42^\circ$), so kann der Strahl das Glas nicht mehr verlassen, sondern wird total reflektiert (nach innen).

8 Optik - 1.2 Lichtbrechung

3

Zeichne den weiteren Verlauf des Strahles im und hinter dem Glaskörper. Miss hierzu die auftretenden Winkel und ermittle jeweils den zweiten Winkel aus einer geeigneten Tabelle oder einem Diagramm.



Selbst-Check:

- Brechung
- optisch dicht, optisch dünn
- Totalreflexion

Übungsmöglichkeiten:

Quiz zum Selbsttest und eine Menge Aufgaben zum Thema findest Du auf Leifiphysik unter Teilgebiet Optik - Lichtbrechung - Lichtbrechung Einführung Aufgaben bzw. Teilgebiet Optik - Lichtbrechung - Totalreflexion Aufgaben.

In diesem Kapitel lernst Du optischen Linsen kennen. Sie bilden den Grundbaustein für optische Geräte wie Fotoapparate (auch Handys), Videokameras, Fernrohre, Mikroskope, etc. und sind natürlich auch wesentliche Komponenten des menschlichen Auges.

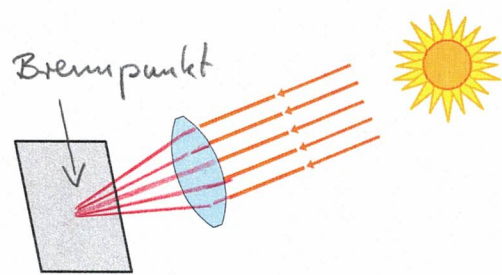
Gehe mit der Linse nach draußen und halte sie zwischen die Sonne und ein Blatt Papier. Nicht durch die Linse in die Sonne schauen: ERBLINDUNGSGEFAHR! Beschreibe und erkläre Deine Beobachtung!

1.3 Eigenschaften von Linsen

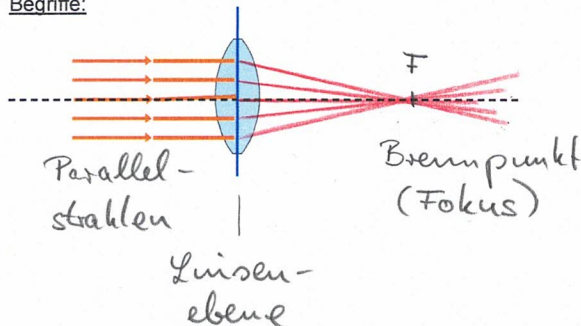
Intro: Das Brennglas

Die Linse bündelt die Lichtstrahlen von der Sonne.

Das konzentrierte Sonnenlicht im Brennpunkt kann das Papier entzünden.



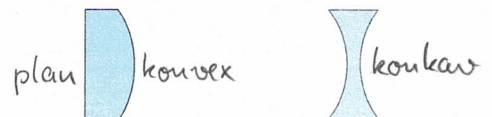
Begriffe:



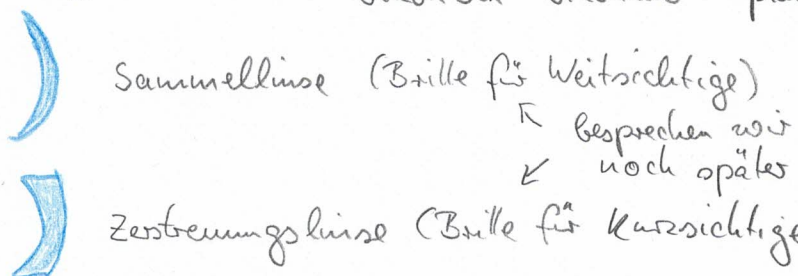
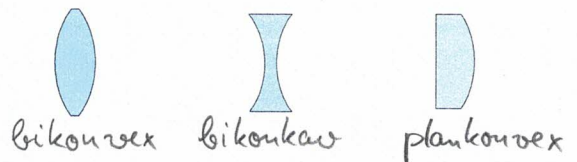
An dieser Stelle lernen wir einige Bezeichnungen kennen, mit denen wir die Form von Linsen unmissverständlich beschreiben.

Linsenarten und Bezeichnungen

Die Oberflächen von Linsen können verschiedene Krümmungen aufweisen. Man benennt drei verschiedene Krümmungstypen:



Da jede Linse zwei Seiten hat, beschreibt man sie mit den Bezeichnungen für die beiden Seiten (dabei steht lateinisch "bi" für "beidseitig"):

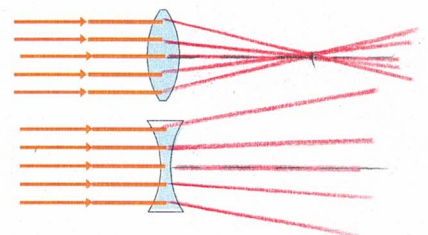


Es gibt auch Linsen, die auf einer Seite konkav und auf einer konvex sind. **Male zwei verschiedene konvex-konkave Linsen auf.**

Gerade bei den letzten beiden Beispielen ist es nicht mehr leicht zu entscheiden, ob die Linsen sammeln (bündeln) oder zerstreuen. Bei allen Linsenform greift folgende einfache Merkregel. Falls Du eine Brille hast, dann versuche den Typ zu ertasten.

Eine **Sammellinse** ist in der Mitte dicker als außen.

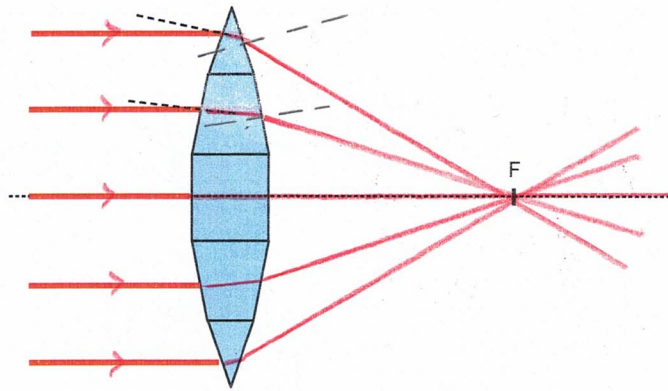
Eine **Zerstreuungslinse** ist in der Mitte dünnere als außen.



Dass Linsen parallele Strahlen bündeln können, ist mit Hilfe der Brechungseigenschaft erklärbar. Im Bild ist eine Sammellinse (im Querschnitt) modellhaft durch einzelne Glaskörper (Prismen und Quader) zusammengesetzt. Ergänze in der Zeichnung den weiteren Strahlenverlauf unter Berücksichtigung der Brechung an den Übergängen von Luft zu Glas und umgekehrt. Begründe die Unterschiede zwischen den Strahlen.

Eine Animation dieser Überlegung findest Du animiert auf Leifiphysik unter Teilgebiet Optik - Optische Linsen - Linsenformen Grundwissen.

Erklärung der Linseneigenschaft mit der Brechung



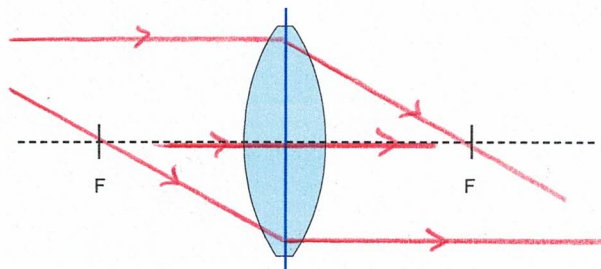
Beim Eintritt ins Glas wird der Strahl zum Lot gebrochen, beim Austritt vom Lot weg gebrochen. Weil die Kanten auf beiden Seiten der Linse schräg zueinander verlaufen, erfolgt die Ablenkung zweimal in dieselbe Richtung (zur Mitte hin). Weiter außen ist die Ablenkung stärker, da die Glasoberflächen dort schräger verlaufen.
→ alle Strahlen treffen sich im Brennpunkt

8 Optik - 1.3 Eigenschaften von Linsen

3

Strahlenverläufe funktionieren in umgekehrter Richtung identisch (siehe Brechung von Luft in Glas und umgekehrt). Damit hat jede Linse auf beiden Seiten gleich weit entfernte Brennpunkte. Aus der Umkehrbarkeit ergeben sich für bestimmte Strahlen feste Eigenschaften beim Durchgang durch Linsen. Diese kannst Du Dir erschließen aber auch konkret mit Hilfe von Linsenmodellen ausprobieren.

Drei besondere Strahlenverläufe



Merke:

Ein achsenparalleler Strahl wird zum Brennpunktstrahl
Ein Brennpunktstrahl wird zum Parallelstrahl
Ein Mittelpunktstrahl geht gerade durch

Selbst-Check:

- Strahlenbündelung, Brennpunkt
- Linsenformen
- achsenparalleler Strahl, Brennpunktstrahl, Mittelpunktstrahl

Übungsmöglichkeiten:

Quiz und Aufgaben zum Thema findest Du auf Leifiphysik unter Teilgebiet Optik - Optische Linsen - Begriffe bei der Linsenabbildung Aufgaben. Die leichten (grünen) reichen aus.

8 Optik - 1.3 Eigenschaften von Linsen

4