

Eigenschaften von Linsen und Sehen

Bitte Rückgabe im Laufe dieser Woche; in der kommenden Woche wird **kein** neues Aufgabenblatt mehr folgen, denn dann sind Ferien! 😊

Wir nutzen die Simulationen

„Optics Simulator“: <https://ricktu288.github.io/ray-optics/simulator/>

„Seeing the light“: https://javalab.org/en/seeing_the_light_en/

„Camera“: https://javalab.org/en/camera_en/

Zur Bearbeitung der Hausaufgaben benötigst du noch zwei Dateien:

http://iludis.de/wp-content/uploads/2020/03/7b_KW14_Aufgaben.zip

Die Zip-Datei ist eine ‚gepackte‘ Datei, sie muss noch ausgepackt werden.

Aufgabe 1: Herleitung der Linseneigenschaften

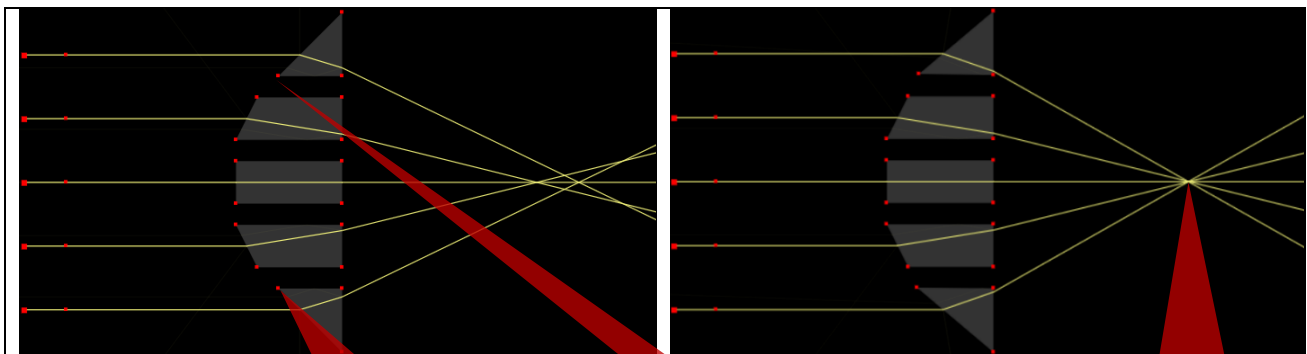
Alle Lichtstrahlen laufen in einem Punkt zusammen.

a) Erkläre in eigenen Worten, wie die Gläser beschaffen sein müssen, damit die Lichtstrahlen zusammenlaufen können. Hinweis: Es hat etwas mit dem Winkel zu tun, in dem die Lichtstrahlen auf das Glas auftreffen.

Die Lichtstrahlen werden gebrochen und dadurch verändern sie ihre Richtung. Wenn man jedes Glasteil geeignet formt, dann können alle Lichtstrahlen derart gebrochen werden, sodass sie in einem Punkt zusammenlaufen.

b) Spiele mit der Simulation herum, zum Beispiel indem du die roten Punkte jedes Glases anwählst und verschiebst. *Falls etwas schiefgeht, kannst du jederzeit auf „Undo“ klicken, oder auf „Reset“ klicken oder die Applikation im Browser komplett neu laden.* Versuche nun, die roten Punkte so zu verschieben, dass alle Lichtstrahlen perfekt in einem Punkt zusammenlaufen. Diesen Punkt nennt man den „Brennpunkt“ der Linse.

Mögliche Antwort: Man muss die roten Punkte so verändern, dass die Lichtstrahlen ihre Richtung leicht verändern. Das funktioniert deshalb, weil man die Brechungswinkel ändern kann, indem man die Einfallswinkel der Lichtstrahlen ändert. Hier kann man zwar die Lichtstrahlen selbst nicht ändern, aber die Oberfläche, auf welche die Lichtstrahlen auftreffen.



Dieser Punkt wird leicht verschoben, sodass sich der Einfallswinkel für den Lichtstrahl leicht ändert.

Dieser Punkt ebenfalls.

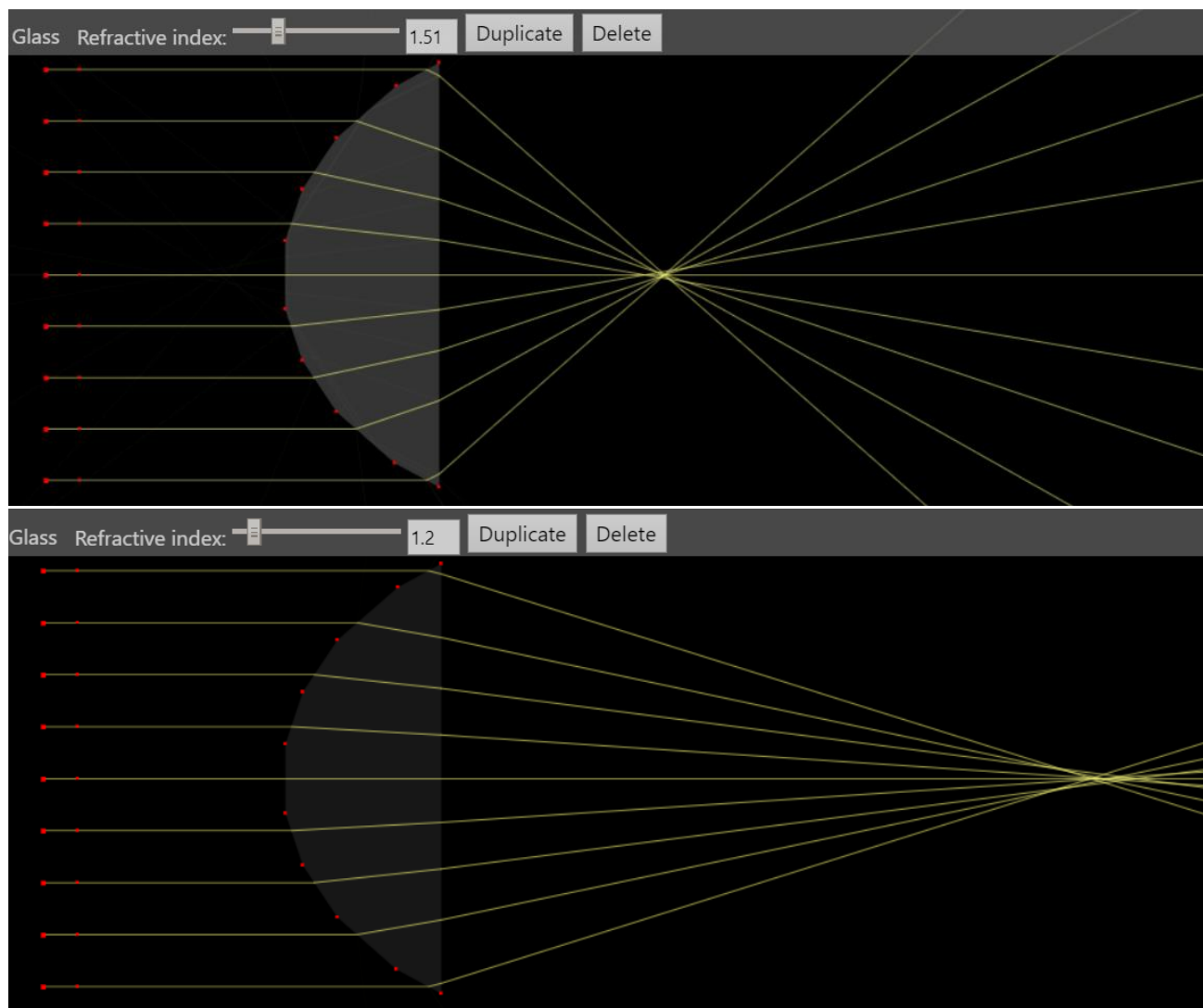
Jetzt laufen alle Lichtstrahlen in einem Punkt zusammen.

Aufgabe 2: Der Brennpunkt der Linse

Öffne die Datei „7b_Aufgabe2.json“ und wähle mit der Maus kurz die Linse an. Es erscheint ein Regler, mit dem du den Brechungsindex „Refractive Index“ des Linsenmaterials einstellen kannst.

a) Verschiebe den Regler des Brechungsindex und erläutere deine Beobachtung. Was ändert sich, wenn du den Brechungsindex der Linse erhöhst? Wenn du ihn senkst? Formuliere einen Je-Desto-Satz.

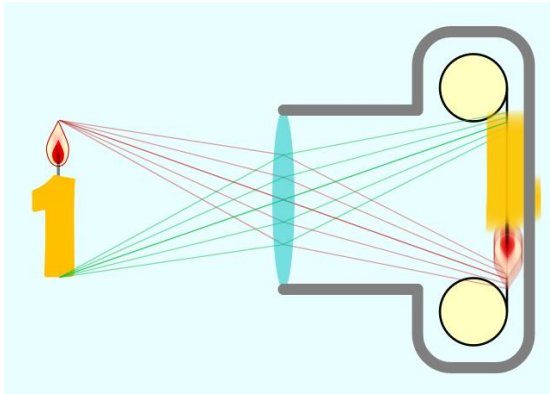
b) Versuche deine Beobachtung in Stichworten zu begründen. Warum ändert sich die Eigenschaft der Linse mit dem Brechungsindex?



Mögliche Lösung: Je höher der Brechungsindex, desto stärker werden die Lichtstrahlen gebrochen. Wenn die Lichtstrahlen aber stärker gebrochen werden, so laufen sie in kürzerem Abstand in dem gemeinsamen Kreuzungspunkt zusammen. (Diesen Kreuzungspunkt aller Lichtstrahlen nennt man auch Brennpunkt der Linse).

Deshalb gilt kurz und knapp formuliert:

Je höher der Brechungsindex, desto näher liegt der Brennpunkt an der Linse.



Aufgabe 3: Die Linse in der Kamera

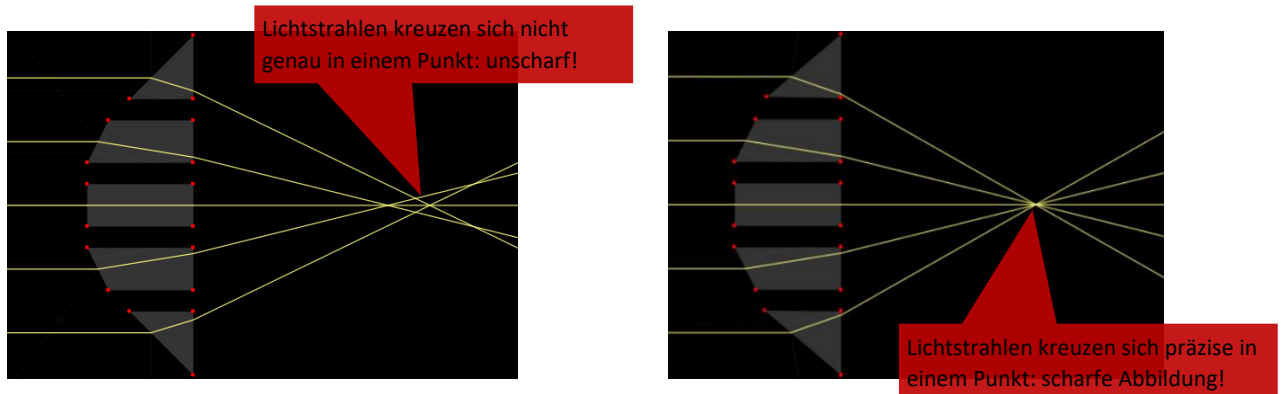
https://javalab.org/en/camera_en/

Bewege die Kerze. Was du siehst: Von zwei beispielhaften Punkten der Kerze – einer ganz oben, an der Flamme und einer ganz unten, wird der Weg der Lichtstrahlen nachgezeichnet.

Die Kerze wird auf der Rückseite der Kamera abgebildet – und diese Abbildung ist dann tatsächlich das Foto! Ein scharfes Bild kommt dann zustande, wenn die einfallenden Lichtstrahlen zum Beispiel von der Kerzenspitze genau auf einen Punkt auf der Kamerarückseite gebündelt werden. Man spricht von sogenannter ‚Fokussierung‘, das ist die Bündelung von Lichtstrahlen auf einen Punkt.

a) Manchmal ist diese Abbildung scharf, so wie sie sein soll. Aber manchmal unscharf. Wovon hängt das ab? Wie kann man das Bild dann wieder scharf stellen? Was muss man mit der Linse machen? Erläutere.

Die Linse lässt alle Lichtstrahlen in einem bestimmten Abstand in einem Kreuzungspunkt zusammenlaufen. Dieser Kreuzungspunkt kann mehr oder weniger präzise erreicht werden. Manchmal laufen die Lichtstrahlen nicht ganz genau in einem Punkt zusammen, dann erscheint dieser Punkt unscharf. Und je genauer dieser Kreuzungspunkt von allen Lichtstrahlen getroffen wird, desto schärfer erscheint er – und das aufgenommene Foto ebenfalls. Denn: Ein Foto kann man sich vorstellen wie eine sehr große Anzahl an Lichtpunkten, die durch möglichst präzise sich kreuzende Lichtstrahlen erzeugt werden.



b) Gemeinsamkeiten mit Aufgabe 1 und Aufgabe 2: Welches Prinzip der Linse, welches du oben kennengelernt hast, wird bei der Kamera genutzt?

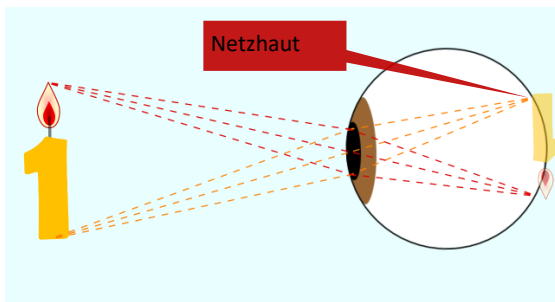
Das Prinzip des Zusammentreffens von Lichtstrahlen in einem Kreuzungspunkt (dem Brennpunkt).

c) Warum kann man manchmal das Bild nicht mehr scharfstellen? Wie müsste man die Linse verändern, damit das wieder klappt?

Die Fähigkeit der Linse ist begrenzt: Sie kann nicht die Lichtstrahlen von jedem Objekt so brechen, dass alle Lichtstrahlen sich in einem Punkt kreuzen. Entweder muss man also die Linse als solche verändert – zum Beispiel, indem man ihren Brechungsindex ändert. Oder, viel einfacher: die Linse wird innerhalb der Kamera so verschoben, dass sich dahinter wieder alle Lichtstrahlen optimal kreuzen können.

Aufgabe 4) Das Auge

https://javalab.org/en/seeing_the_light_en/



Die Augen funktionieren wie eine Kamera – bzw. eigentlich sind Kameras so gebaut wie unsere Augen.

a) Beschreibe das Funktionsprinzip des Auges. Dort, wo die Lichtstrahlen ins Auge treffen, werden sie gebrochen. Was muss wohl der Grund dafür sein? (Das ist in der Simulation so nicht zu erkennen)

Das Auge enthält eine Linse, genauso wie die Kamera.

Dort, wo in der Kamera das Bild erzeugt wird, befindet sich im Auge analog dazu die Netzhaut – nämlich an der Rückwand des Auges.

b) Egal, in welchem Abstand sich die Kerze vom Auge entfernt befindet, die Abbildung der Kerze bleibt immer scharf. Stelle eine Vermutung an: Wie muss das Auge beschaffen sein, damit das funktioniert?

Das Auge muss dazu in der Lage sein, die Linse an die Objekte anzupassen, denn „länger“ oder „kürzer“ kann das Auge nicht werden. Tatsächlich wird durch einen Muskel in der Iris die Form der Augenlinse so angepasst, dass die Lichtstrahlen immer optimal auf der Netzhaut gebündelt werden und so ein scharfes Bild erzeugen.