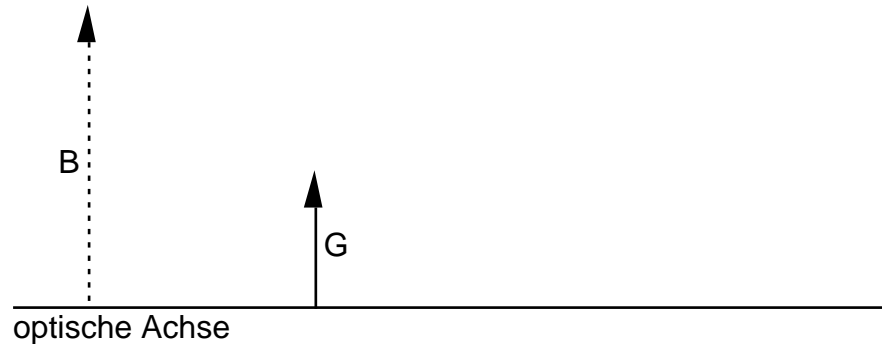


Repetitions-Übung 3 Schwingungen, Wellen

Aufgaben

1. (Zwischenprüfung 12.9.2002)

- a) Das reelle Bild eines Gegenstandes liege 75 cm hinter einer Sammellinse und sei doppelt so gross wie der Gegenstand.
Bestimmen Sie die Brennweite der Linse.
- b) Von einem Gegenstand G wurde mit einer Sammellinse ein virtuelles Bild B erzeugt.
Gezeichnet sind die Lage des Gegenstandes G sowie seines virtuellen Bildes B:



Bestimmen Sie in der obigen Zeichnung grafisch die Position der Sammellinse sowie die Brennweite der Linse.

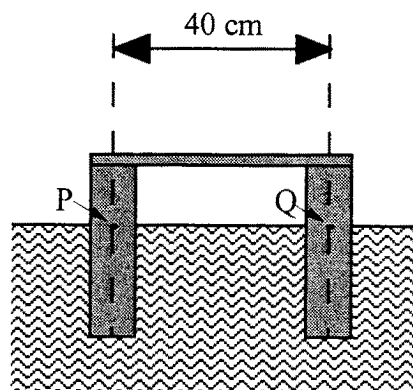
2. (Zwischenprüfung 12.9.2002)

Eine B-Trompete sollte so dimensioniert sein, dass einer der Obertöne gerade dem Ton b' entspricht. Der Ton b' liegt um einen halben Ton höher als der Kammerton a'. Die Frequenz des Kammertones a' beträgt 440 Hz.

In den Unterlagen eines B-Trompeten-Herstellers findet man die Angabe, dass die Länge der Trompete 131 cm betrage.

Beurteilen Sie, ob eine Trompete mit einer solchen Länge tatsächlich den Ton b' in seinen Obertönen enthält, oder ob die Trompete etwas zu hoch oder etwas zu tief gestimmt ist.

3. Ein Schwimmkörper der Masse 0.100 kg besteht aus zwei im Abstand von 40 cm starr verbundenen Zylindern mit $r = 1$ cm Abstand.



Der Körper wird, ausgehend von seiner Ruhe-Eintauchtiefe, symmetrisch etwas tiefer eingetaucht. Nach dem Loslassen führt er eine Schwingung aus.

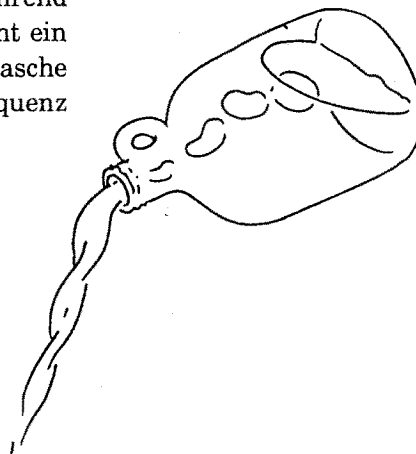
(Fortsetzung siehe Seite 2)

- a) Zeigen Sie, dass der Körper bei Vernachlässigung von Reibungskräften harmonisch schwingt. Eine Berechnung, die Sie nicht ausführen müssen, würde ergeben, dass die Schwingungsdauer 1.1 s beträgt.
- Durch die Bewegung des Körpers werden an der Wasseroberfläche Kreiswellen erzeugt. Diese Wellen gehen vereinfacht betrachtet von den Punktquellen P und Q aus und breiten sich mit der Geschwindigkeit 0.25 m/s aus.
- b) Eine Ente umkreist den Schwimmkörper einmal.
Wie viele ruhige Wasserstellen (Interferenzminima) trifft die Ente an?
4. Eine Dame steht in ihrem neuesten Kleid vor einem Spiegel.
Wie hoch muss der Spiegel sein, und wie hoch muss er auf aufgehängt sein, damit sich die Dame in voller Grösse darin betrachten kann? Hängen die gesuchten Grössen davon ab, wie weit sich die Dame vom Spiegel entfernt hinstellt?
- Zahlenangaben:
Die Körpergrösse (vom Boden bis zur Frisuroberkante) beträgt 170 cm.
Die Augenhöhe liegt 20 cm unterhalb der Frisuroberkante.
5. Ein Südseefischer geht mit der Harpune in einer schönen, sonnendurchfluteten und klaren Lagune auf Fischfang. Er entdeckt einen grossen Fisch, der 1.5 m unter der Wasseroberfläche schwimmt. Der Fischer, dessen Auge 1.6 m über der Wasseroberfläche ist, sieht den Fisch unter dem Winkel 66° (zur Horizontalen).
In welche Richtung (zur Horizontalen) muss er mit der Harpune zielen, wenn er den Fisch treffen will?
6. Eine planparallele Glasplatte wird mit schwarzem Papier so abgedeckt, dass nur zwei schmale parallele Spalten frei bleiben. Nun lässt man einen monochromatischen Lichtstrahl so durch den einen Spalt einfallen, dass er nach der Reflexion an der hinteren Plattenfläche durch den anderen Spalt wieder austritt.
Bestimmen Sie den dafür notwendigen Einfallswinkel in Abhängigkeit der Plattendicke D , dem Brechungsindex n des Glases und dem Spaltenabstand d .
7. Aufgaben aus:
Epstein, L.C.: Epsteins Physikstunde. 3. Auflage, Birkhäuser, Basel 1002, ISBN 3-7643-2771-5

GLUCK GLUCK GLUCK

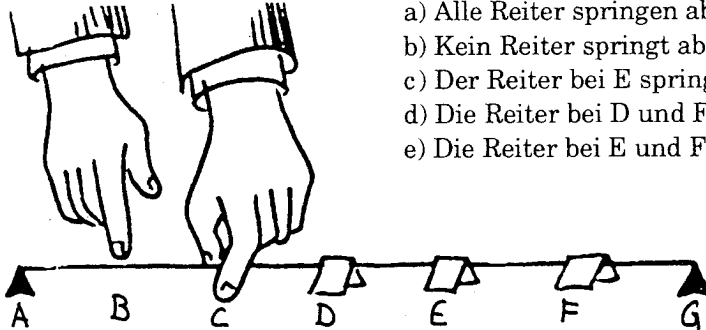
Sie leeren eine Literflasche. Während die Flüssigkeit herausläuft, ertönt ein "gluck gluck gluck". Wenn die Flasche leerer wird, ändert sich die Frequenz des Geräusches folgendermaßen:

- a) Sie wird tiefer, also:
gluck, gluuck, gluuuck.
- b) Sie ändert sich nicht, also:
gluck, gluck, gluck.
- c) Sie wird höher, also:
gluuuck, gluuck, gluck.



PLING

Eine Gitarrensaite ist zwischen die Punkte A und G gespannt. Die Saite wird mit den Punkten B, C, D, E, F in gleiche Intervalle unterteilt. An den Punkten D, E und F werden Papierreiter auf die Saite gelegt. Die Saite wird an C festgehalten und an B gezupft. Was geschieht?

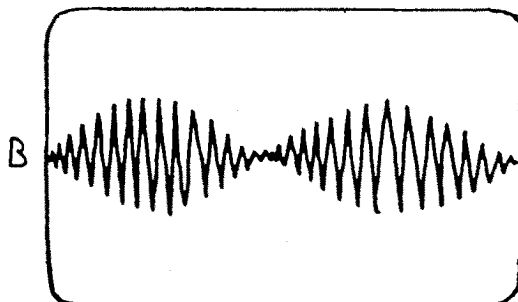
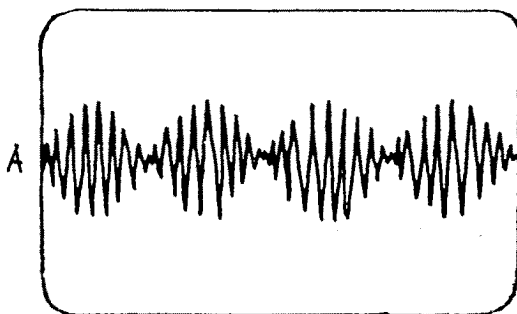


- a) Alle Reiter springen ab.
- b) Kein Reiter springt ab.
- c) Der Reiter bei E springt ab.
- d) Die Reiter bei D und F springen ab.
- e) Die Reiter bei E und F springen ab.

SCHWEBUNGEN

Zwei verschiedene Noten ertönen zur gleichen Zeit. Ihre Töne addieren sich, und die Summe wird auf einem Oszilloskop gezeigt (Bild A). Dann ertönen zwei andere Noten, deren Summe auf dem Oszilloskop (Bild B) gezeigt wird. Aus den beiden Bildern können wir erkennen, daß die im Bild A gezeigten Töne

- a) in der Frequenz dichter beieinander liegen
- b) in der Frequenz weiter voneinander entfernt liegen
- c) in der Frequenz genauso dicht nebeneinander liegen wie die Töne aus Anzeige B
- d) mit den Frequenzen in Anzeige B identisch sind
- e) Es gibt keine Möglichkeit, aus diesen Bildern zu erkennen, welches Paar Töne in der Frequenz am dichtesten beieinander liegt.



EINE LUPE IM WASCHBECKEN

Wenn eine Lupe unter Wasser gehalten wird, ist ihre Vergrößerungswirkung

- a) erhöht
- b) gleich groß wie ohne Wasser
- c) verringert



WELCHE FARBE HAT IHR SCHATTEN?

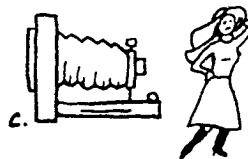
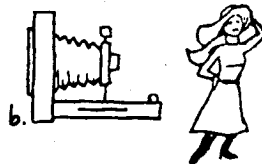
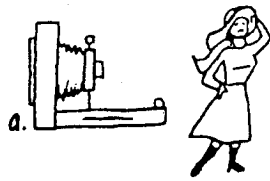
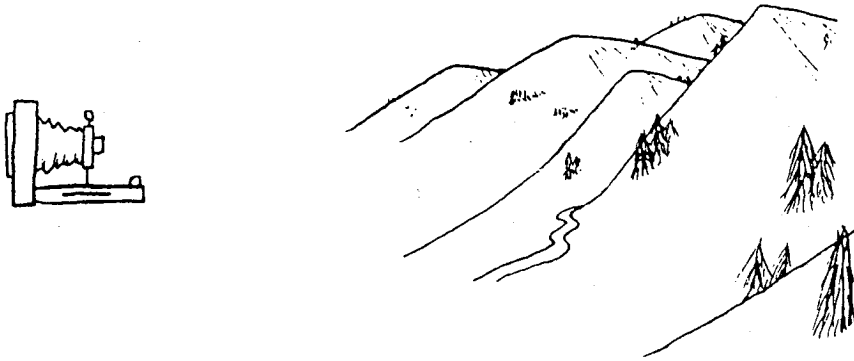
An einem klaren und sonnigen Tag stehen Sie auf einem Schneefeld und betrachten Ihren Schatten. Sie sehen, daß er die folgende Farbe hat:

- a) rot
- b) gelb
- c) grün
- d) blau
- e) überhaupt keine



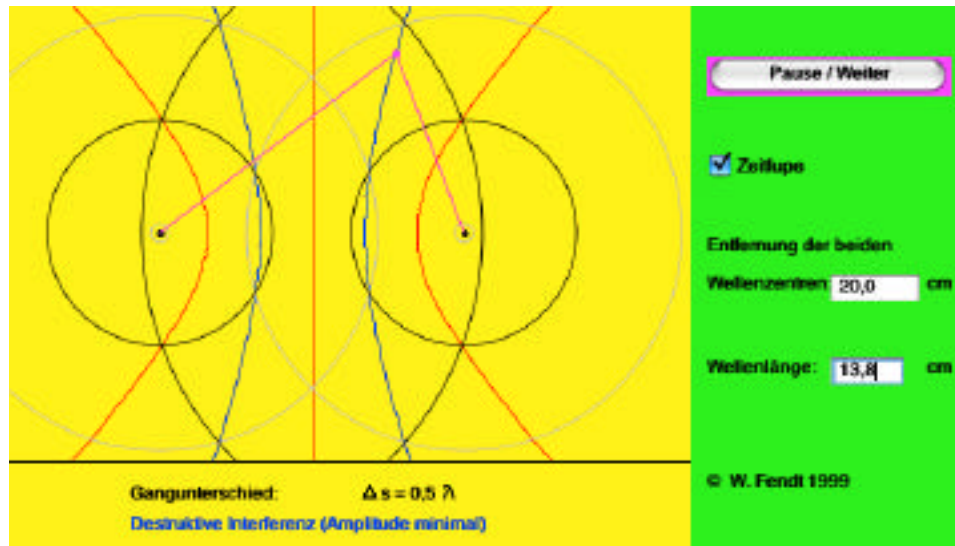
NAHAUFNAHME

Die erste Skizze zeigt eine Kamera, die richtig für eine Aufnahme der entfernten Berge eingestellt ist. Wird die Kamera auf ein nahegelegenes Objekt gerichtet, muß sie so eingestellt werden wie in Skizze



Lösungen

1. a) $f = 0.25 \text{ m}$
 b) ...
2. Die Trompete ist zu hoch gestimmt.
3. a) ...
 b) 4 Interferenzmaxima bei einem vollständigen Umgang
 (siehe Grafik, Quelle: <http://www.zum.de/ma/fendt/phd/interferenz.htm>)



Hinweis:

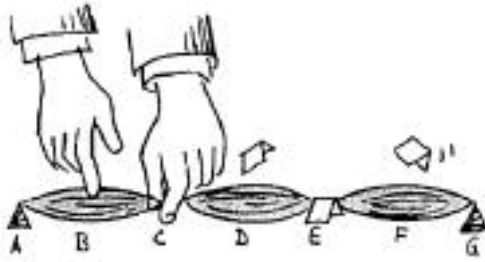
Der reale Abstand der Wellenzentren beträgt zwar $d = 40 \text{ cm}$ und die wahre Wellenlänge beträgt $\lambda = 27.5 \text{ cm}$. Die Lage der Interferenzmaxima und -minima ist jedoch gleich wie in der Grafik dargestellt (für $d = 20 \text{ cm}$ und $\lambda = 13.8 \text{ cm}$).

4. Der Spiegel muss 85 cm hoch sein, und dessen Unterkante muss 75 cm über dem Boden liegen. Die Spielmasse sind unabhängig von der Distanz der Dame zum Spiegel.
5. 69° ($n_{\text{Luft}} = 1$, $n_{\text{Wasser}} = 1.33$)
6. $\sin(\alpha) = \frac{dn}{\sqrt{4D^2+d^2}}$
- 7.

ANTWORT: GLUCK GLUCK GLUCK Die Antwort ist: a. Wenn die Flüssigkeit herausläuft, wird der Luftraum in der Flasche größer und hat damit eine niedrigere Resonanzfrequenz. Denken Sie daran: große Orgelpfeifen erzeugen tiefe Töne. Die Flüssigkeitsströmung pulsiert mit der Resonanzfrequenz des Luftraums, und diese wird geringer, wenn die Flüssigkeit ausläuft. Das Umgekehrte geschieht, wenn Sie Wasser in einen Behälter laufen lassen. Wenn der Luftraum kleiner wird, steigt die Frequenz des Tons, der aus dem Behälter kommt. Sie können also beinahe durch Zuhören ohne hinzusehen entscheiden, wann der Behälter voll ist. Warum ist aber die Frequenz des Gluckgeräusches beim Leeren immer so viel tiefer als beim Füllen? Weil das Wasser beim Leeren mit der Luft schwingen muß, während beim Füllen nur die Luft vibriert. Stellen Sie sich eine kleine Masse vor, die an einer Feder hängt und auf und nieder schwingt. Stellen Sie sich dann eine größere Masse an der gleichen Feder vor. Die größere Masse schwingt langsamer. Die Beschleunigung der größeren Masse ist schwieriger. Genauso verlangsamt die Masse des Wassers die Vibrationen beim Leeren des Behälters.



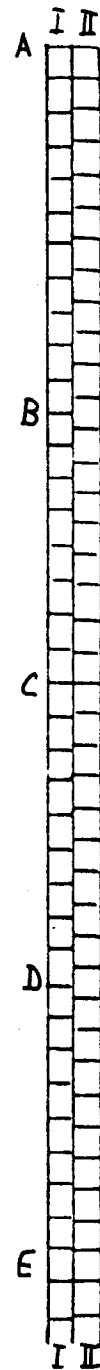
ANTWORT: PLING Die Antwort ist: d. In diesem Fall sagt ein Bild mehr als 1000 Worte. Die Skizze zeigt, wie die Saite vibriert und welche Reiter abspringen.



ANTWORT: SCHWEBUNGEN Die Antwort ist: b. Um das zu verstehen, müssen wir die beiden rechts abgebildeten Meßplatten betrachten. Die Markierungen auf Meßplatte I haben etwas größere Zwischenräume als die Markierungen auf Meßplatte II. Bei A stimmen die Markierungen miteinander überein, weiter unten bei B jedoch nicht mehr. Bei C stimmen sie wieder überein, da II um eine volle Markierung zurückgefallen ist. Wenn die Markierungen bei A, C und E übereinstimmen, werden sie als in Phase oder synchronisiert bezeichnet. Bei B und D sind sie nicht in Phase oder nicht synchronisiert.

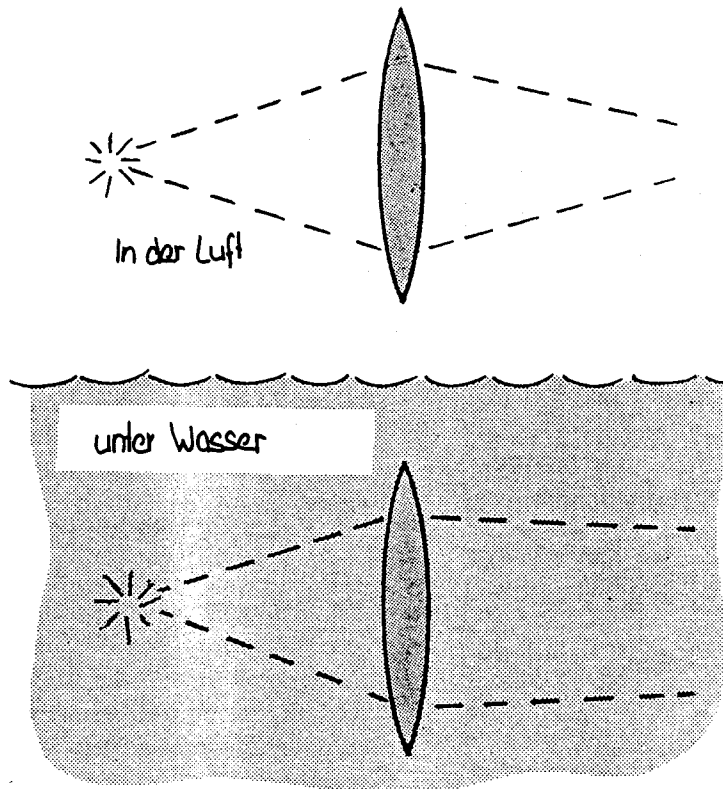
Kurzes Nachdenken zeigt, daß die Markierungen um so häufiger wieder zusammentreffen, je größer die Differenz der Zwischenräume ist. Sind die Zwischenräume fast gleich groß, treffen die Markierungen an weniger, weiter voneinander entfernten Stellen zusammen. Haben die Markierungen auf beiden Meßplatten die gleichen Abstände, so bleibt ihre Synchronisation immer gleich – entweder stimmen sie überall überein oder nirgends. Wir wollen jetzt die Markierungen auf den Meßplatten zur Darstellung einer Schallwelle verwenden. Die Markierungen sollen die Hochdruckteile der Welle (Verdichtungen) und die Mitte des Raums zwischen den Markierungen die Niederdruckteile der Welle (Verdünnungen) darstellen. Wir erkennen, daß die Frequenz von Welle II höher ist als die Frequenz von Welle I, da die Markierungen oder Wellen bei II häufiger als bei I auftreten.

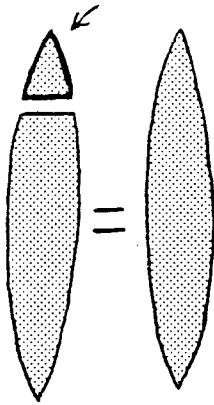
I und II stellen also ein Paar von Tönen dar. Wenn sie zusammen angeschlagen würden, träten konstruktive Interferenzen bei A, C und E und destruktive Interferenzen bei B und D auf, wo hoher und niedriger Druck zusammenkommen und sich aufheben. Daher wäre an den Punkten A, C und E der Schall laut und an B und D leise. Der Gesamtschall würde pulsieren oder vibrieren. Dieses Vibrieren wird Schwebung genannt; man kann es häufig bei einem Flugzeug mit zwei Motoren oder bei einem zweimotorigen Boot hören. Wenn die Motoren genau gleich laufen, gibt es keine Schwebungen, wenn einer aber etwas schneller als der andere läuft, hat er eine geringfügig höhere Frequenz als der andere, so daß Schwebungen auftreten. Wenn die Differenz der Frequenzen steigt, steigt die Schwebungsfrequenz. In Bild A treten die Schwebungen doppelt so häufig auf wie in Bild B, der Unterschied der Tonfrequenz in A ist also doppelt so groß wie der in Bild B. Die Töne aus Bild B liegen daher in der Frequenz dichter zusammen.



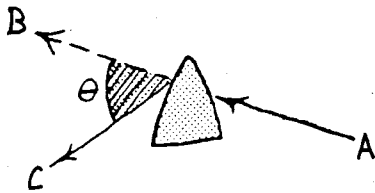
ANTWORT: WELCHE FARBE HAT IHR SCHATTEN? Die Antwort ist: d. Der Schnee im direkten Sonnenlicht zeigt die Farbe der Sonne: gelblichweiß. Der Schnee im Schatten erhält kein direktes Sonnenlicht, sondern wird vom Licht aus dem blauen Himmel beleuchtet. Möglicherweise ist es die bläuliche Farbe der Schätten, die die Menschen blau mit kalt assoziieren läßt.

ANTWORT: EINE LUPE IM WASCHBECKEN Die Antwort ist: c. Sie könnten die Antwort auf diese Frage herausfinden, indem Sie tatsächlich eine Lupe unter Wasser halten und nachsehen, welche Änderungen auftreten. Versuchen Sie es! Wir wissen, daß eine Lupe Lichtstrahlen bricht, um zu vergrößern. Sie bricht die Lichtstrahlen wegen der Krümmung der Linse und weil die Lichtgeschwindigkeit im Glas geringer ist als die Lichtgeschwindigkeit in der Luft. Die Geschwindigkeitsänderung erzeugt die Brechung. Im Wasser ist das Licht jedoch bereits verlangsamt. Beim Eintritt in das Glas wird es noch weiter verlangsamt, aber die Geschwindigkeitsänderung ist nicht mehr so stark. Daher ist unter Wasser die Brechung geringer und damit auch die Wirkung der Linse geringer. Wenn die Lichtgeschwindigkeit im Wasser genauso langsam wäre wie die Lichtgeschwindigkeit im Glas, würde die Linse die Strahlen überhaupt nicht brechen. Sie würden einfach gerade hindurchlaufen, genau wie durch ein Fenster – flaches Glas fokussiert Licht nicht, daher haben Fenster kein Vergrößerungsvermögen.





ANTWORT: NAHAUFNAHME Die Antwort ist: c. Wenn sich der Gegenstand auf die Linse zubewegt, muß sich die Linse vom Film wegbe-
 wegen, der sich hinten in der Kamera befindet. Um das zu verstehen, konzentrieren wir unsere Aufmerksamkeit auf einen Teil der Linse, z.B. die obere Spitze. Sie ist in Wirklichkeit ein kleines Prisma. Das Prisma kann Licht um einen bestimmten Winkel θ brechen. Ist das Licht also von A nach B gerichtet, wird es gedreht und läuft schließlich nach C .



Als nächstes sehen wir uns die Skizze an, die den Gegenstand oder die Lichtquelle im Punkt A , die Linse und den Film im Punkt C zeigt. Wenn sich A näher zur Linse bewegt, sich der Brechungswinkel θ nicht ändern kann und das

Licht im Punkt C fokussiert bleiben muß, kann dies nur geschehen, wenn die Linse vom Film wegbewegt wird, wie es in der letzten Skizze gezeigt wird. Käme A näher an die Linse heran und würde die Linse nicht von C wegbewegt, müßte der Brechungswinkel θ größer werden, Sie müßten also eine stärkere Linse verwenden.

