Naturwissenschaftliches Forum

Dr. Cyril Deicha

OPTIK EXPERIMENTE

(Ausgabe 30022003)

1998 Amtlicher Lehrmittelverlag Vaduz



Der in den letzten Jahren von uns entwickelte Experimentiersatz "Optikgrundlagen" erlaubt eine gute Einführung in die Optik, und gibt einen allgemeinbildenden Überblick über verschiedene Aspekte dieser wichtigen Naturwissenschaft.

Im Unterschied zu den optischen Bänken und sonstigen großen Demonstrationsgeräten, die in den Schulen seit langem verwendet werden, handelt es sich hier um ein handliches Schülergerät, welches für schülerzentrierte Aktivitäten geschaffen wurde und auch für den Selbstunterricht geeignet ist.

Den Experimentiersatz kann man selber bauen, da die Pläne veröffentlicht wurden: (1). Er ist auch als fertiger Schülersatz auf dem Lehrmittelmarkt erhältlich (2).

Diese Broschüre ist das Handbuch für den Experimentiersatz. Bei der Beschreibung der verschiedenen Komponente werden zugleich ihre Funktionen erläutert und die angewendeten Phänomene kurz erklärt (Absorption, Interferenzen, Polarisation, Lichtbündelung, USW..). Die Grundexperimente veranschaulichen die Gesetze der Optik (Reflexion, Eigenschaften der Linsen, Farbenlehre, Photometrie, usw.).

Pläne und Anleitung erlauben es, mit den Komponenten des Experimentiersatzes die wichtigsten optischen Geräte als funktionierende Modelle aufzubauen und Schüleraktivitäten zu gestalten. Theoretische Hinweise sind eingerahmt.

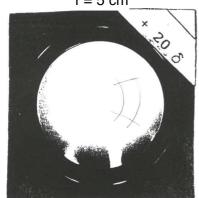
Alle Experimente gehören zu den Klassikern des Physikunterrichts. Deshalb wurde auf eine Mathematisierung verzichtet. Formeln und Berechnungen befinden sich in jedem Physikbuch. Sie sind im Sinne einer Allgemeinbildung in der ersten Phase nicht notwendig. In einer zweiten Phase können neue Schüleraktivitäten für Fortgeschrittene entstehen, wenn man die Experimente durch entsprechende Rechnungen voraussagt. Alle hier gelieferten Zahlenwerte entsprechen der Theorie und sind für Rechenaufgaben verwendbar.

LINSEN

f = 16 cm



f = 5 cm



f = 9 cm





FARBFILTER











SA. PIERRON



4, Rue Gutenberg 57206 SARREGUEMINES

BESCHREIBUNG DER KOMPONENTEN

Linsen

Vor Gebrauch sollte man jede Linse mit einer Klebeetikette am Rahmen identifizieren. Es werden 4 Linsen verwendet, 3 Sammellinsen (Konvexlinsen, mit einer positiven Dioptrienzahl) und 1 Streulinse (Konkavlinse, mit einer negativen Dioptrienzahl).

Die am stärksten gewölbte Linse hat 20 Dioptrien. Ihre Brennweite beträgt 5 cm. Die beidseitig schwach gewölbte Linse hat 11 Dioptrien. Ihre Brennweite beträgt 9 cm. Die Linse, die auf der einen Seite flach und auf der anderen Seite schwach gewölbt ist, hat 6,25 Dioptrien. Ihre Brennweite beträgt 16 cm.

Die beidseitig nach innen gewölbte Linse ist die Streulinse. Beim Durchschauen sieht man die Landschaft aufrecht und verkleinert. Diese Streulinse hat eine Brechkraft von -11 Dioptrien. Zum Unterschied zu den Sammellinsen ist mit dieser Linse das Experiment der Brennpunktbestimmung mit Sonnenstrahlen nicht möglich.

Die Dioptrienzahl der Steulinse kann man kontrollieren, indem man sie auf die Sammellinse von +11 Dioptrien legt; dabei heben sich die Wirkungen von beiden Linsen gegenseitig auf, so dass es weder vergrößert noch verkleinert.

Die Linsen sind aus Kunststoff, und daher auf Kratzer sehr empfindlich. Man sollte Kunststofflinsen niemals reiben und überhaupt so wenig wie möglich abwischen. Die 3 Sammellinsen bewahrt man am besten in einer Diaschachtel auf damit sie nicht auf der gewölbten Fläche liegen müssen.

Farbfilter

Es sind 6 Absorbtionsfilter der Primärfarben Blau, Grün, Rot, und der Sekundärfarben Cyan, Yellow, Magenta

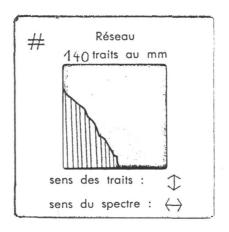
Absorptionsfilter absorbieren das Licht mit Ausnahme von für die Farbe charakteristischer Wellenlängenbereiche.

Die theoretischen Lichtdurchlässigkeitsbereiche sind:

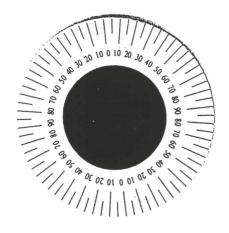
Blau 400nm bis 500nm Grün 500nm bis 600nm Rot 600nm bis 700nm Cyan (türkisgrün) 400nm bis 600nm Yellow (Gelb) 500nm bis 700nm

Magenta (Violettes Rot) 400nm bis 500nm und 600nm bis 700nm

In Wirklichkeit sind die Durchlässigkeitsbereiche nicht scharf abgegrenzt, und innerhalb dieser Bereiche findet eine Teilabsorption statt. Übrigens ist die Absorption außerhalb dieser Bereiche nicht 100-prozentig. Das übereinanderlegen von mehreren Filtern ist deshalb manchmal vorteilhaft (z.B. 2x Gelb + Rot + Magenta). Ungefähre Extinktion: Grünfilter E=0,7; Cyanfilter E=0,3; Gelbfilter E=0,02; Magentafilter E=0,4



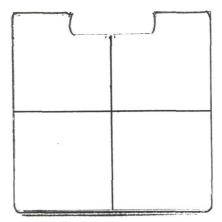
STRICHGITTER



ANALYSATOR



POLARISATOR



AKRYLGLAS PLATTE MIT FADEMKREUZ

Strichgitter (Beugungsgitter, frz. "Réseau")

Die durchsichtige Folie ist mit einer feinern Linierung von dunklen parallelen Strichen überzogen. Die Richtung der Striche (frz. "sens des traits") ist auf dem Rahmen durch einen Pfeil gekennzeichnet . Es sind im Prinzip 140 Striche pro Millimeter (manchmal nur 100 Striche).

Mit einem Schülermikroskop kann man diese Striche sehen und sogar kontrollieren, dass der Abstand zwischen zwei Strichen ca. 7,1 Mikrometer beträgt (7100 Nanometer).

Wenn Licht das Strichgitter durchdringt, entstehen Interferenzen, dass heißt dass in gewissen Richtungen sich 2 Lichtwellen addieren (konstruktive Interferenz, es entsteht Licht) und in gewissen anderen Richtungen sich 2 Lichtwellen zerstören (destruktive Interferenz, Dunkelheit). Die genauen Richtungen der konstruktiven Interferenzen, sind von den Wellenlängen abhängig: z.B. orangerotes Licht (601nm) interferiert bei einem Winkel von 4,8°, Grünes Licht (501nm) bei 4°, und Blauviolettes Licht(401nm) bei 3,2°. Deshalb wird bei weißem Licht ein Spektrum erzeugt mit allen Farben (wie beim Regenbogen oder mit einem Prisma).

Strichgitter niemals "abwischen" oder reiben, da sonst die Linierung beschädigt wird.

Polarisationsfilter (frz. "Filtre polarisant")

Die 2 Filter sind identisch und unterscheiden sich nur durch die Form des Rahmens (quadratischer Polarisator und runder Analysator). Ungefähre Extinktion E= 0,3

Polarisationsfilter bestehen aus einer Folie mit einer besonderen Beschichtung, durch welche nur Lichtwellen durchgelassen werden die in einer bestimmten Transversalrichtung schwingen.

Fotozelle

Für den Einsatz dieses Komponenten braucht man ein (nicht mitgeliefertes) Meßgerät (Ohmmeter). Die in jeder Schulsammlung vorhandene Multimeter (egal ob analog oder digital) sind gut geeignet wenn sie die Funktion "Ohm" besitzen. Das Meßgerät wird direkt an die beiden Buchsen der Fotozelle angeschlossen.

Der Widerstand ist umgekehrt proportional zur Beleuchtungsstärke. (Eichskala S.57) (3).

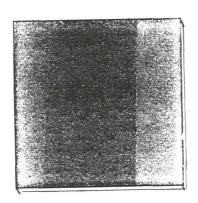
Akrylglasplatte

Die durchsichtige Platte aus Akrylglas hat eine Dicke von ca. 3.8 mm, und eine Brechzahl n.= 1,5. Man kann damit die Lichtbrechung (Refraktion) sowie die Lichtspiegelung (Reflexion) zeigen, wobei das reflektierte Licht teilweise polarisiert ist. Die den zwei rechtwinkligen Linien bilden ein "Fadenkreuz".

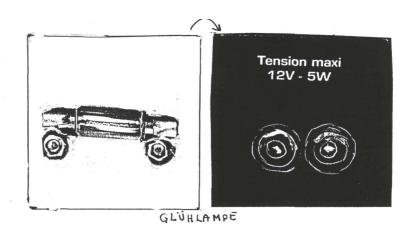
Lampe

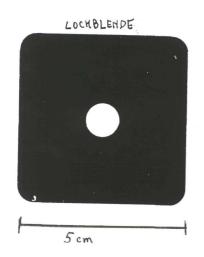
Der Glühfaden der Birne ist geradlinig, so dass er als geradliniger heller Gegenstand bei vielen Versuchen dienen kann, anstatt des traditionell üblichem senkrechten Spalt.

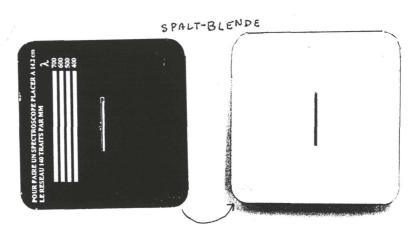
Wenn der Glühfaden etwas gebogen ist so sollte man die Glühbirne so drehen dass der Bogen des Glühfadens von vorne nicht sichtbar ist. Man achte darauf dass der Glühfaden in der Symmetrieebene ist. Wenn nicht, mit einer Zange die Metallhalterungen vorsichtig krümmen, oder durch den Kundendienst richten lassen.

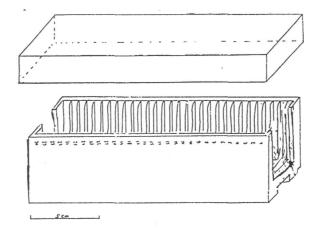


M ATT SCHEIBE









RILLEHKASTEH

Für den Einsatz dieser Komponenten braucht man eine (nicht mitgelieferte) Stromquelle und zwei Kabel. Die Stromquelle muß eine Spannung von maximal 12 Volt liefern (Effektivspannung) und eine Stromstärke von mindestens 1 Ampere ertragen (12 Watt). Die in jeder Schulsammlung vorhandene Netzgeräte sind gut geeignet, egal ob sie Gleichspannung oder Wechselspannung liefern

Rillenkasten

Der als "optische Bank" bestimmte Kasten hat 30 Rillen im Abstand von 5,5 mm. Der Deckel hat einen matten Anstrich auf der Innenseite um störende Spiegelungen zu vermeiden. Zwei oder mehr Rillenkästen können mit einer (als Zusatz gelieferten) Schiene zusammen fest verbunden werden. Zwei Rillenkästen können außerdem an den Enden ineinandergehakt werden. (4)

Im Rillenkasten können sämtliche Komponente aufbewahrt werden. Es ist aber praktischer einen zusätzlichen Aufbewahrungskasten anzuschaffen, z.B. einen Plastikkoffer mit Einteilungen wo alle Komponente eines Klassensatzes nach Gattung sortiert werden können.

Spaltblende.

Die Platte hat eine weiße und eine schwarze Seite. Auf die weiße Seite kann man ein Spektrum projizieren (Monochromator) Damit der weiße Farbanstrich nicht zu sehr glänzt kann man 2 Stücke matten Klebstreifen "Scotch Magic" rechts und links vom Spalt aufkleben.

Die Platte ist auch sonst zu verwenden wenn ein rechteckiger Spalt nötig ist, z.B. beim Experiment von Newton.

Die schwarze Seite hat eine Wellenlängenskala zum Bau eines Spektroskops.

Mattscheibe

Sie dient als Schirm um reelle Bilder aufzufangen. Die rauhe Oberfläche sollte dabei auf der Seite der einfallenden Strahlen sein.

Wenn man eine großflächige Lichtquelle braucht kann man die Mattscheibe vor die Lampe einschieben (nicht zu nah, sonst schmilzt sie)

Die polierte Oberfläche der Mattscheibe kann auch als Spiegel verwendet werden, die matte Seite verhindert dabei die zweite Reflexion.

Kontrastreicher Gegenstand

Das Dia mit den 2 kontrastierten Buchstaben dient als Gegenstand.. Die Buchstaben LT erlauben es sofort festzustellen ob das durch ein Gerät erzeugte Bild, aufrecht, verkehrt, oder seitenvertauscht ist. Auf die Buchstaben LT sollte man ein Stück matten Klebstreifen "Scotch magic" kleben oder hinter das Dia ein Stück Pauspapier oder die Mattscheibe stellen damit die Lichtquelle durch die durchsichtigen Stellen nicht sichtbar wird.

Lochblende

Das Runde Loch in der schwarzen Platte hat einen Durchmesser von ca. 1,1 cm, und eine Fläche von ca. 1 Quadratzentimeter.

Notwendiges Zusatzmaterial

Für einzelne hier beschriebene Versuche ist folgendes überall erhältliches Zusatzmaterial notwendig:

Ohmmeter. (Schon erwähnt) für Versuche mit der Fotozelle.

<u>Netzgerät</u> mit 2 Verbindungskabeln. (Schon erwähnt) für die Versuche mit der Lampe.

Verbindungsschiene (Für Versuche mit 2 Schülersätzen)

Eine spezielle Kunststoffschiene wird als Zusatz geliefert um 2 Rillenkästen zu verbinden. Man kann auch eine einfache 1,9cm breite Holzleiste verwenden. Holz hat den Vorteil elastischer zu sein als Kunststoff.

Sehr kontrastierte selbstaufgenommene <u>Dias</u> machen die Experimente interessanter. Zweifarbig gedruckte <u>Relieffotos</u> (z.B. aus einer Zeitschrift) braucht man für 3-D-Experiment. Einen grossen Gegenstand macht man am einfachsten indem man eine Postkarte unten links auf die Fensterscheibe des Klassenzimmers anbringt (es entsteht der Buchstabe L)

Mattfolie

Stück 5cm x 5cm Pauspapier (eventuell in einen Diarahmen fassen). Ersatz für die Mattscheibe. Die Plastikmattscheibe sollte nicht zu nahe von der Glühbirne verwendet werden, um nicht durch die Hitze beschädigt zu werden.

Projektionsbildschirm

Ein weißes Stück Papier oder Karton erlaubt reelle Bilder aufzufangen.

<u>Kasten</u> oder Koffer (Schon erwähnt). Für die Aufbewahrung der Komponente Kleine <u>Selbstklebeetiketten</u> (aus der Papeterie). Zur Beschriftung der Farbfilter und der Linsen

<u>Bindestab</u> (Klemmschiene aus Kunststoff in der Papeterie erhältlich). Um aus zwei Farbfiltern eine rotblaue 3-D-Brille zu machen.

Kopiervorlagen (Siehe letzte Seite).

<u>Spaltblende aus Papier</u> (mit durchleuchtenden Wellenlängenskala) zum ausschneiden (eventuell in einen Diarahmen fassen). Für Spektroskop.

Fenster mit Querbalken.

Auf Papier kopieren und ausschneiden, oder auf Transparentfolie kopieren (eventuell in einen Diarahmen fassen). Für "Goethexperiment"

Erweiterungsmöglichkeiten.

Mit folgendem Material kann man zusätzliche Experimente aufbauen.

Spiegel

Ein kleiner flacher Taschenspiegel (Planspiegel) gibt Reflexionen mit weniger Lichtverlust als die polierten Kunststoffplatten. Das reflektierte Licht des Spiegels ist nicht polarisiert wie bei der transparenten Acrylplatte. Wenn man eine Sammellinse auf einen Planspiegel legt, so erwirbt sie die Eigenschaften eines Hohlspiegels.

Karierte Mattfolie

Ein Stück Millimeterpapier, oder besser Millimeterpauspapier wird in einen Diarahmen gefaßt. Als Mattscheibe erlaubt es die Bildgrösse zu messen. Als Gegenstand erlaubt es die Vergrößerung einzuschätzen und Bildverzerrungen aufzuzeigen.

Prisma (aus der Schulsammlung)

für Lichtbrechung und Dispersion

Schmaler Spalt Für Beugungsexperimente

<u>Schwarze Scheibe auf Transparentfolie</u> (Kopiervorlage letzte Seite)

zum Aufzeigen der sphärischen Aberration der Linsen

Phosphoreszierendes Material. (Leuchtkleber für Kinderzimmer)

Zum Aufzeigen von UV Strahlungen im Spektrum von Newton

Fotovoltaisches Element.

Leuchtdioden

Als annähernd monochromatische Lichtquellen für das Spektroskop

Glasküvette

Für Kolorimetrie und Polarimetrie

<u>Laser</u> (Taschenmodell "Lichtzeiger")

Für Wellenoptik, und zur Materialisierung der Strahlen in Linsen.

GRUNDEXPERIMENTE

Die Grundexperimente geben einen Überblick über die verschiedenen Bereiche der Optik:

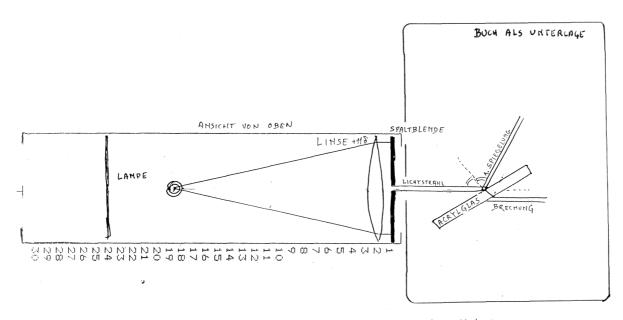
Strahlenoptik, mit Reflexion und Refraktionsgesetzen Abbildungsgesetze bei Linsen Farbenlehre

Wellenoptik, mit dem Strichgitter und der Polarisation

Fotometrie mit dem Lichtmessgerät

Eine Anregung zur Vertiefung geschichtlicher Aspekte soll die Erwähnung einer wissenschaftlichen Kontroverse um die Farbenlehre des 18. Jahrhunderts bieten. Natürlich in ihren experimentellen Grundlagen.

Die bei allen diesen Experimenten benötigten Geräte sind im darauffolgenden Abschnitt im Detail beschrieben.



SPIEGELUHG UND BRECHUHG AH EIHER GLASPLATTE

Spiegelung und Brechung eines Lichtstrahls

Material: +11dpt Linse, Lampe, Spaltblende, Rillenkasten. Acrylglasplatte, Blatt Papier und 2,4cm dicke Unterlage (Buch oder Ordner)

Experiment (im verdunkelten Raum durchführen)

Man baut einen Scheinwerfer mit Spaltblende des einen feinen Lichtstrahls erzeugt (siehe S. 33).

Man legt das Blatt Papier so vor den Scheinwerfer dass der feine Lichtstrahl auf dem Papier sichtbar wird. Man stellt die Akrylglasplatte senkrecht auf das Papier, schräg zum Lichtstrahl. Nach dem Durchgang durch die Platte ist der Strahl um einige Millimeter seitlich verschoben. Das ist das Phänomen der Lichtbrechung.

Man beobachtet gleichzeitig das Phänomen der Spiegelung (zweifach) ein Stahl wird von der Vorderseite der Glasplatte reflektiert, der andere nach Eintritt in die Glasplatte wird von innen reflektiert. Die zwei reflektierten Strahlen sind schön parallel.

Schüleraktivitäten:

Man kann die Orientierung der Glasplatte, sowie die Richtungen des einfallenden Strahles und des ersten reflektierten Strahles auf das Papier markieren, um das Reflexionsgesetz zu verifizieren

Mit dem Scheinwerfer, der einen feinen Lichtstrahl sendet kann man auch alle klassischen Experimente mit Komponenten aus der Schulsammlung (Halbzylinder aus Akrylglas, Prisma,...) durchführen.

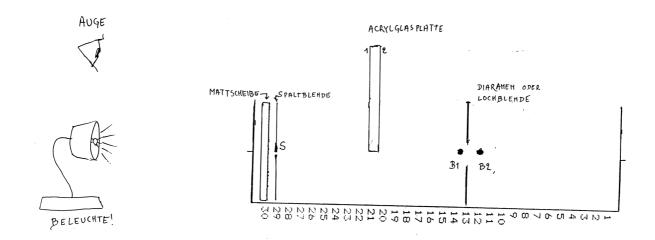
Wenn man in den Scheinwerfer den Polarisator einschiebt kann man sogar das Phänomen der Polarisation durch Spiegelung zeigen und den brewsterschen Winkel bestimmen.

Lernziele:

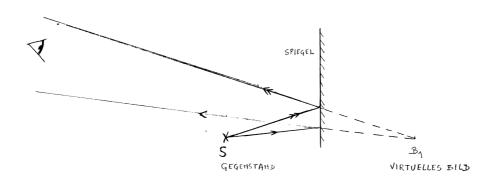
Das Reflexionsgesetz kennen: (Einfallswinkel = Ausfallswinkel).

Wissen dass bei der Lichtbrechung der Lichtstrahl gewöhnlich seine Richtung wechselt, als wäre er "zerbrochen".

Wissen dass das reflektierte Licht manchmal polarisiert ist , und dass deswegen Polarisationsfilter für die Beseitigung von störenden Reflexionen nützen (Fotografie, Sonnenbrillen)



SPIEGELUNG



Strahlengang bei Spiegelung

Wo ist das Spiegelbild?

Material: Mattscheibe, Spaltblende, Akrylglasplatte, Lochblende oder leerer Diarahmen, Rillenkasten.

Konstruktion:

Man steckt die Mattscheibe in Rille Nr. 30, die Spaltblende in Rille Nr.29, und einen leeren Diarahmen oder die Lochblende in Rille Nr.13. Die Akrylglasplatte dient als Spiegel. Sie wird zur Hälfte in die Rille Nr.21 geschoben.

Einstellung

Man dreht den Rücken zum Fenster oder zu einer anderen starken Lichtquelle, und hält den Rillenkasten so dass die Mattscheibe über die Schulter hinweg beleuchtet wird. Man blickt durch die Akrylglasplatte in die Mitte des leeren Diarahmens (bzw. der Lochblende). Man sieht zwei weiße Linien.

Verwendung

Die zwei weißen Linien B1 und B2 sind die Spiegelbilder des Spalts S, in der Vorderseite 1 der Akrylglasplatte und in der inneren Fläche der Rückseite 2. Dieser Versuch soll zeigen dass das Spiegelbild sich "hinter" dem Spiegel bildet (es ist ein sogenanntes virtuelles Bild), und dass die Entfernung von B zum Spiegel gleich der Entfernung von S zum Spiegel ist.

Schüleraktivitäten:

Diarahmen oder Lochblende rausnehmen.

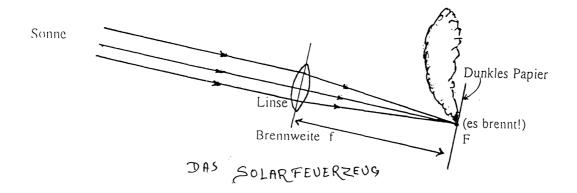
Wie verschiebt sich das Bild wenn der Spiegel sich um einige Rillen verschiebt? (Antwort: um die doppelte Zahl Rillen).

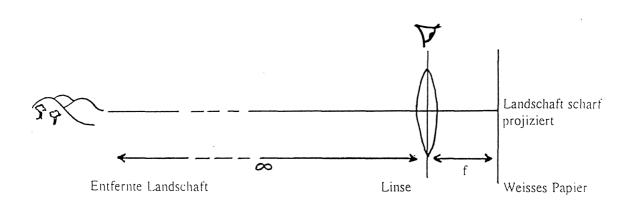
Suche die Rille die zwischen den 2 Bildern B1 und B2 zu liegen scheint. (Antwort: immer symmetrisch zur Spaltblende)

Verschiebe den Spiegel so dass das Bild bei der Rille Nr.1 liegt (Antwort: Rille Nr.15)

Lernziele:

Wissen dass das Spiegelbild auch im geometrischen Sinn eine "Spiegelung" ist. Erkennen dass ein virtuelles Bild "im Gerät" ist, aber eine bestimmte (meßbare) Position hat.





BESTIMMUNG DER BRENHWEITE

Eigenschaften der

Sammellinsen

BRENNWEITE

Jede Sammellinse ist durch einen Brennpunkt gekennzeichnet, der von der Wölbung der Linse abhängt. Jede Sammellinse hat zwei symmetrische Brennpunkte vorne und hinten. Auf den Plänen sind die Brennpunkte mit F und F' bezeichnet. Man bestimmt den Brennpunkt, indem man die Sonnenstrahlen mit der Linse auf ein Stück Papier konzentriert ("Solarfeuerzeug"). Schüler sollen dabei ständig den Rücken zur Sonne halten wegen der Gefahr des Erblindens beim durchschauen durch die Linse (das kurze Beobachten des hellen Brennpunkts auf dem Papier ist dagegen ungefährlich). Der Brennpunkt ist der Punkt, wo es brennt. Die Entfernung des Brennpunkts zur Mitte der Linse ist die Brennweite. Dieses Experiment soll mit keiner anderen Lichtquelle als die Sonne gemacht werden, denn wenn die Lichtquelle nicht unendlich weit entfernt ist, dann ist der Punkt, wo es brennt, eben nicht der physikalische Brennpunkt, sondern etwas weiter entfernt!

Wenn die Sonne nicht scheint, bestimmt man die Brennweite, indem man einen sehr entfernten Gegenstand auswählt (Bergkette, Kirchturm, Baum, eventuell Fensterrahmen am anderen Ende des Klassenzimmers), und von diesem eine scharfe Abbildung auf einem mit der Hand gehaltenen Schirm (Blatt Papier) erzeugt. Die Entfernung des Schirms zur Mitte der Linse ist dann die Brennweite. Der Kehrwert der in Meter ausgedrückten Brennweite ist die Brechkraft der Linse (Brechwert, Dioptrienzahl). Sie wird in Dioptrien angegeben (Abk. dpt oder δ). Je gewölbter die Linse ist, desto kleiner ist ihre Brennweite und desto größer ist ihre Brechkraft.

Eine Linse erzeugt ein "Bild" von einem "Gegenstand". Wenn ein Bild auf eine Mattscheibe oder Leinwand aufgefangen werden kann, so nennt man es "reelles Bild", wenn es nur mit dem Auge "im Gerät" beobachtet werden kann so nennt man es "virtuelles Bild".

Die Größe des Bildes und seine Position hängen von der Brennweite der Linse und von der Entfernung des Gegenstands ab. Man kann es mit Hilfe von geometrischen Konstruktionen, oder mit den Linsenformeln, ermitteln. Für Anfänger raten wir jedoch zuerst qualitativ einige wichtige Geräte kennen zu lernen. Es sind die 5 folgenden Geräte, die alle Verwendungsmöglichkeiten einer einzelnen Sammellinse darstellen.

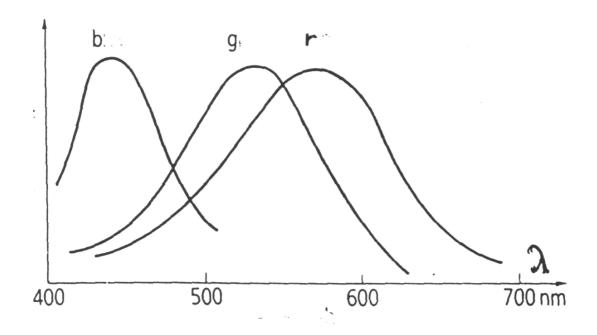
Die 5 Verwendungsmöglichkeiten der Sammellinse:

<u>Solarfeuerzeug</u>: Sonnenstrahlen werden im Brennpunkt gesammelt <u>Scheinwerfer</u>: Ein paralleles Lichtbündel wird erzeugt, wenn eine Lichtquelle am Brennpunkt liegt.

<u>Lupe</u>: Wenn die Entfernung zum Gegenstand kleiner als die Brennweite ist, so erzeugt die Linse ein aufrechtes vergrößertes virtuelles Bild.

<u>Fotoobjektiv</u>: Wenn die Entfernung zum Gegenstand mehr als doppelt so groß ist wie die Brennweite, so erzeugt die Linse ein verkehrtes, verkleinertes reelles Bild, welches hinter der Linse etwas weiter als die Brennweite liegt.

<u>Bildwerfer</u>: Wenn die Entfernung zum Gegenstand nur etwas größer ist als die Brennweite, so erzeugt die Linse ein verkehrtes, vergrößertes, reelles entferntes Bild.



Unterschiedliche Empfindlichkeit der drei Farbrezeptoren in menschlichen Zapfen der Netzhaut

Farbenlehre.

Die Netzhaut des menschlichen Auges hat nur drei Arten von Farbrezeptoren (Zapfen) die nur auf drei Wellenlängenbereiche reagieren. Deswegen kann man (z.B. bei Farbfotos, Fernsehbildschirm...) alle Farbnuancen mit nur drei Farbstoffen nachbilden. Deswegen werden auch in der Kunst drei Farben als Primärfarben bezeichnet. Diese Farbstoffe reflektieren jedoch nicht nur eine Wellenlänge sondern einen ganzen Bereich.

Eine elementare Farbenlehre in der Physik wird zuerst mit den farbigen Lichtern, die ein Scheinwerfer mit Farbfilter erzeugt vermittelt. Diese Lichter sind zwar nicht monochromatisch , aber werden vom Auge eindeutig zu einer Farbe zugeordnet. Man merke sich am einfachsten die Bereiche mit "runden" Zahlen: 400-500nm Blau, 500-600nm Grün, 600-700nm Rot.

Spektralfarben oder monochromatische Lichter, haben eine ganz bestimmte Wellenlänge, so dass es unendlich viele Spektralfarben geben kann. Die Zuordnung der Spektralfarben in genau 7 Bereiche (die "sieben Regenbogenfarben") hat historisch-philosophische Gründe, ist aber physikalisch nicht fundiert.

WIE UNTERSCHEIDET MAN DIE 6 FARBFILTER? (auch als Schülerversuch) Mit dem unbewaffneten Auge sind Rot und Magenta besonders schwierig zu identifizieren, sowie Blau und Cyan. Wenn man sie nebeneinander hält kann man erkennen dass Magenta eher eine violette Nuance aufweist. Cyan empfindet man als Türkisblau oder grünlich-blau.

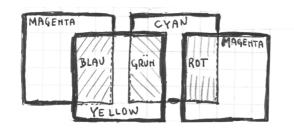
Dagegen mit einem Spektroskop ist die Identifizierung unproblematisch. Man baut das Spektroskop, und beobachtet damit zuerst eine nicht zu starke weiße Lichtquelle (Glühbirne, heller Himmel, aber nicht direktes Sonnenlicht). Man hält dann das zu untersuchende Filter vor das Spektroskop, und beobachtet die Veränderung am Spektrum. Bei Magenta verschwindet nur der grüne Bereich der weißen Lichtes (500-600nm), bei Cyan ist es der rote Bereich (600-700nm). Bei Blau verschwinden die Zwei-drittel des Spektrums (500-700nm) und bei Rot auch (400-600nm)

Stereoskopische Brille ("3-D-Brille")

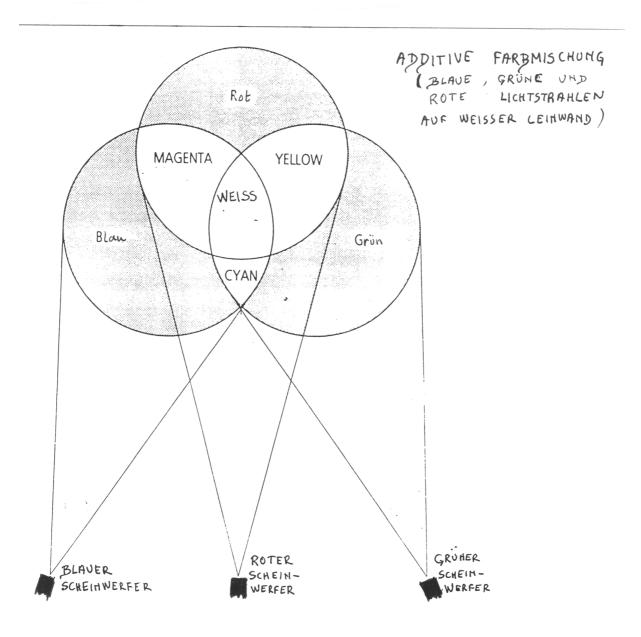
Eine bekannte Anwendung dieser elementaren Farbenlehre ist die Betrachtung von "3-D-Bildern" mit rotblauer Brille. Man baut diese Brille indem man den roten und den blauen Filter in passendem Abstand an einen Bindestab einklemmt. Man betrachtet damit die wohlbekannten zweifarbig gedruckten Reliefbilder.

Das sind zwei Fotos derselben Landschaft aufgenommen aus zwei verschiedenen Standpunkten. Das eine Foto ist mit roter Tinte gedruckt, das andere mit blauer, und beide Fotos liegen übereinander. Man kann selber solche Vorlagen zubereiten indem man mit einem Farbkopierer die 2 Fotos auf 2 Folien kopiert, die eine nur mit dem Pigment "Red", das andere nur mit dem Pigment "Cyan". Dann legt man beide Folien übereinander.

Durch das rote Filter macht das Auge keinen Unterschied zwischen dem rot gedruckten Teil, und dem weißen Hintergrund, also wird das rote Bild unsichtbar und nur der blaue Teil ist zu erkennen. Durch das blaue Filter ist nur der rote Teil des Bildes erkennbar. Jedes Auge sieht also ein verschiedenes Bild, und das Gehirn erzeugt den Eindruck der Räumlichkeit.



SUBSTRAKTIVE FARBMISCHUNG (MAGENTA-, GELB- und CYAN-FARBFILTER AUF WEISSEM HINTERGRUND)



Substraktive Farbmischung

Material: 3 Farbfilter in Sekundärfarben: Magenta, Yellow, Cyan; weisse Lichtquelle.

Man schaut in die Lichtquelle durch zwei übereinandergelegte Farbfilter. Es entstehen die Primärfarben, wie man sie vom Mischen von Wasserfarben kennt. Vergleiche mit dem nächsten Versuch wo ganz andere Farbkombinationen entstehen.

Additive Farbmischung

Für dieses Experiment braucht man gleichzeitig drei Schülersätze.

Material:

3 Rillenkästen, 3 Lampen mit Netzgerät, 3 Linsen zu +11dpt, 1 rotes 1 grünes und 1 blaues Filter.

Ein weißes Papier oder Karton, ein Stift (Füllerkappe oder Kreidestück).

Konstruktion:

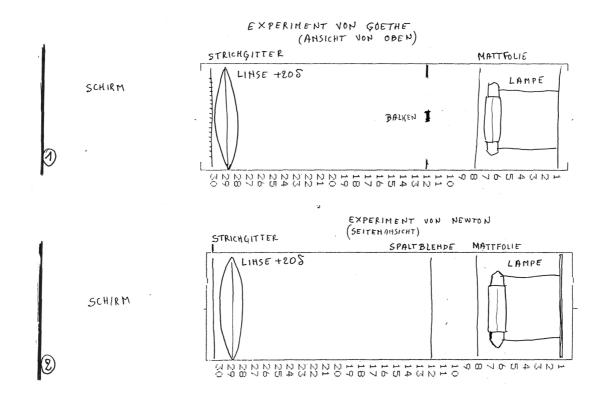
Man baut 3 Scheinwerfer, die je blaues, grünes, und rotes Licht erzeugen. (siehe S.33) Mit den 3 Scheinwerfern beleuchtet man gleichzeitig einen weißen Schirm (Blatt Papier).

Da wo blaue, grüne, und rote Lichtstrahlen gleichzeitig eintreffen entsteht weißes Licht.

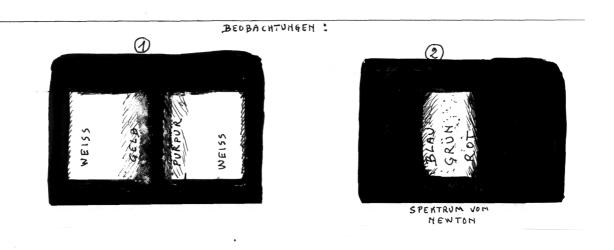
Für diesen Versuch ist es notwendig das Zimmer abzudunkeln, oder in einer großen seitlich liegenden Kartonschachtel zu experimentieren um nicht vom Aussenlicht gestört zu werden.

Schüleraktivitäten:

Wenn man einen kleinen Stift in die Lichtstrahlen stellt (z.B. ein auf die Spitze gestellter Kreidestab) so entstehen farbige Schatten und zwar in Cyan, Gelb und Magenta (so genannte Komplementärfarben oder Sekundärfarben).



Experimente mit weissem Licht



Historische Lichtzerlegungsexperimente.

Versuche von Goethe (1749-1832) und von Newton (1643-1727). (5)

Newton und Goethe haben Experimente veröffentlicht wo sie mit Hilfe eines Lichtzerlegungsgeräts aus weißem Sonnenlicht farbige Lichter erzeugten. Als Lichtzerlegungsgerät diente ihnen das Prisma weil es damals die einzig bekannte Möglichkeit war.

Newton arbeitete in einem dunklen Raum, in den die Sonne nur durch einen feinen Spalt auf das Prisma durchdrang.

Goethe arbeitete in einem Zimmer in welches die Sonne durch das Fenster auf das Prisma durchdrang; das Fenster hatte einen Querbalken.

In beiden Fällen erzeugte das Lichtzerlegungsgerät ein Farbspektrum. Allerdings waren die Farben nicht identisch was eine zeitlang zu wissenschaftlichen Kontroversen führte.

Wir können diese zwei historischen Experimente nachbilden. Anstelle des Sonnenlichtes gebrauchen wir einen Scheinwerfer, und als Lichtzerlegungsgerät ein Strichgitter.

Material: Linse +20dpt, Strichgitter, Spaltblende, Lampe mit Netzgerät, Rillenkasten. Aus Papier ausgeschnittenes Fenster mit Querbalken (S.57), Pauspapier 5X5cm, weißer Karton als Schirm.

Konstruktion:

Lampe in Rille Nr.1 stecken, dicht an die Glühbirne das Pauspapierstück einschieben, die Spaltblende in Rille Nr.12, die Linse in Rille Nr.29, und das Strichgitter in Rille Nr.29 stecken. Den Schirm hält man ca. 10 cm vor dem Gerät.

Einstellungen.

1)Experiment von Newton:

Der Glühfaden soll vertikal sein, sowie der Spalt und die Richtung der Linien am Strichgitter. Man bewegt den Schirm nach vorne oder nach hinten bis die zwei Spektren am deutlichsten sichtbar sind. Das sind die Farben von Newton.

2)Experiment von Goethe:

Man ersetzt den vertikalen Spalt durch den vertikalen Querbalken. Auf dem Schirm erscheint das Bild des Querbalkens. Rechts und links davon sehen wir farbige Schatten, das sind die so genannten Farben von Goethe. Bei diesem Experiment ist es besser wenn man den Glühfaden horizontal dreht.

Es gibt zwei Vorstellungen von Lichtstrahlen: Das Teilchenmodell (Lichtquellen senden Photonen aus, die sich wie Geschosse mit der Geschwindigkeit c gradlinig bewegen), und das Wellenmodell (Lichtquellen verursachen eine Schwingung des elektrischen und des magnetischen Feldes, welches sich wellenförmig mit der Geschwindigkeit c ausbreitet). Die meisten Phänomene lassen sich mit beiden Modellen eben so gut erklären. Interferenzen und Polarisation lassen sich mit dem Wellenmodell erklären, Fluoreszenz und photoelektrischer Effekt lassen sich mit dem Teilchenmodell erklären.

Polarisation

Das Phänomen zeigt nicht nur dass das Licht Wellencharakter hat sondern auch, dass es Transversalwellen (und nicht Longitudinalwellen) sind.

Die Polarisation des Lichtes geschieht schon wenn ein Lichtstrahl durch ein einziges Polarisationsfilter (Polarisator) durchgeht. Es wird aber erst sichtbar wenn man einen zweiten Polarisationsfilter (Analysator) darüber legt. Wenn man den Analysator dreht, ändert sich die Transparenz (Bei Dunkelheit sagt man die Filter seien "gekreuzt"; bei maximaler Lichtdurchlässigkeit, sagt man die Filter seien "parallel").

Strahlungsenergie

Der lichtempfindliche Sensor ist ein Fotowiderstand. Er besteht aus einer Halbleiterschicht (Cadmiumsulfid CdS), in der die Elektronen beweglich werden nur wenn Lichtphotonen eintreffen. Die spektrale Empfindlichkeit ist ähnlich wie beim menschlichen Auge (400 bis 700 nm).

Man schließt die Photozelle an ein Ohmmeter. So hat man ein Gerät, mit dem man Beleuchtungsstärken einschätzen kann (Siehe Skala S.57).

Je stärker der lichtempfindliche Sensor beleuchtet wird, desto kleiner ist sein elektrischer Widerstand:

bei einer Beleuchtungsstärke von 1 Lux, ist der Widerstand ca.1000 Kiloohm bei einer Beleuchtungsstärke von 10 Lux, ist der Widerstand ca.100 Kiloohm bei einer Beleuchtungsstärke von 100 Lux, ist der Widerstand ca.10 Kiloohm bei einer Beleuchtungsstärke von 1000 Lux, ist der Widerstand ca.1 Kiloohm bei einer Beleuchtungsstärke von 10000 Lux, ist der Widerstand ca.100 Ohm

Man kann mit diesem Gerät kontrollieren, dass z.B. der Schreibtisch mit ca. 80 bis 300 Lux beleuchtet wird.

Die Beleuchtungsstärke ist zum Strahlungsfluss proportional. Der Strahlungsfluss ist die Energie, die pro Sekunde durch die Lichtstrahlung übertragen wird. So kann man z.B. die Energie des Sonnenlichtes im Winter und im Sommer vergleichen.

BAUANLEITUNG DER GERÄTE

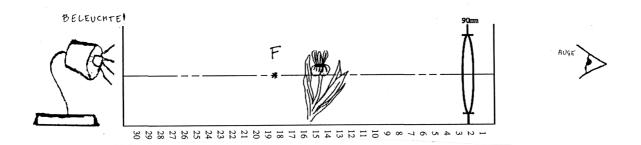
Im folgenden Abschnitt werden die wichtigsten Geräte so beschrieben, dass der Leser sie ohne besondere wissenschaftliche Vorkenntnisse, und ohne handwerkliche Geschicklichkeit nachbauen kann.

Die maßstabgetreuen Pläne erleichtern die Konstruktion. Man beachte allerdings dass einige Pläne eine Seitenansicht darstellen, und andere (die mit einem Vermerk versehene) eine Darstellung "von oben" sind

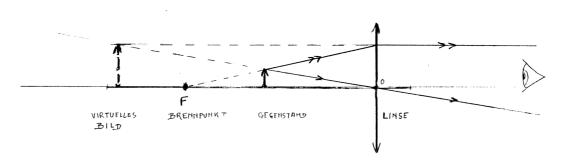
Die Positionen außerhalb des Rillenkastens (Auge, Leinwand, Gegenstand) sind aus Platzgründen nicht immer masstabgetreu dargestellt.

Bei zweiteiligen Geräten mußten die Pläne verkleinert werden.

Die letzte Seite ist eine Kopiervorlage für die, nicht im Experimentiersatz mitgelieferten, aber trotzdem nützlichen Komponenten. Die Etiketten sollen auf Selbstklebepapier kopiert werden, die Blenden auf Hellraumfolie oder auf normalem Papier.



Wie eine Sammellinse als Lupe eingesetzt wird.



Strahlengang in der Lupe

Lupe

Zweck des Gerätes:

Nahe kleine Gegenstände aufrecht und vergrößert zu betrachten.

Material:

Sammellinse +11dpt, Rillenkasten, , Dia,

kleingedruckter Text, liniiertes Papier oder sonstiger Gegenstand (Briefmarke).

Konstruktion:

Linse in Rille Nr.3 einstecken, Gegenstand in Rille Nr.16,

Gegenstand gut beleuchten und das Auge etwa 9 cm hinter der Linse halten.

Einstellung:

Der Gegenstand muß sich immer näher als der Brennpunkt befinden also näher als 9cm bei der 11dpt-Linse (mit der Linse +20dpt wäre es näher als 5cm).

Wenn das Bild umgekehrt erscheint, ist es weil man den Gegenstand weiter als den Brennpunkt gestellt hat (Dann hat die Linse nicht mehr die Funktion einer Lupe sondern eines Fotoobjektivs)

Verwendung:

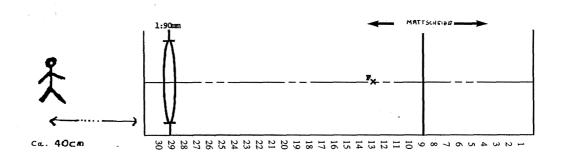
Nur eine Sammellinse mit kleiner Brennweite eignet sich als Lupe. Durch übereinanderlegen von mehreren Sammellinsen entsteht eine Lupe mit größerer Vergrößerung.

Schüleraktivitäten:

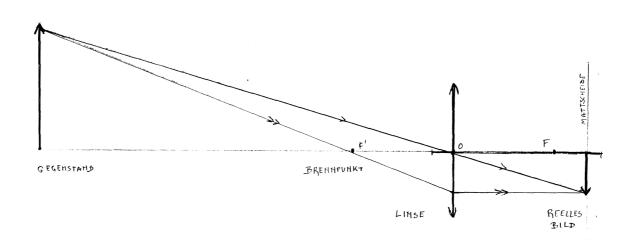
Aufgabe: Bestimme die Vergrößerung!

Methode: liniiertes Papier anvisieren, und einschätzen wieviele Streifen mit bloßem Auge einem Streifen durch das Gerät entsprechen.

Eine gegebene Sammellinse kann nach Bedarf als Lupe aber auch als Fotoobjektiv, Bildwerfer, Scheinwerfer, Solarfeuerzeug verwendet werden. Es ist also nicht korrekt im allgemein "Lupe" statt "Sammellinse" zu sagen.



Modell der Fotokamera



Strahlengang in der Fotokamera

Fotoobjektiv

Zweck: Von einem entfernten Gegenstand wird ein verkleinertes umgekehrtes reelles Bild erzeugt.

Material: Linse +11dpt, Blende, Mattscheibe, Rillenkasten

Konstruktion: 11dpt-Linse in Rille Nr. 29 stecken, Mattscheibe in Rille Nr.11 stecken (d.h. etwas weiter als 9 cm, Brennweite der Linse), Deckel aufsetzen. Die Mattscheibe wird von hinten in einem Abstand von etwa 25cm betrachtet.

Einstellungen:

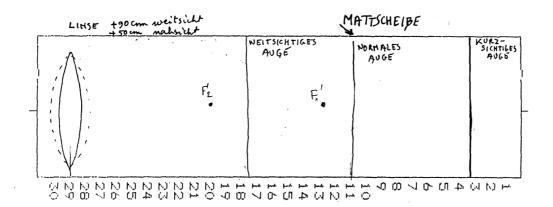
Eine Tischlampe oder einen hell beleuchteten Gegenstand aus einer Entfernung von etwa 75cm anvisieren. Sich entfernen oder nähern bis das Bild auf der Mattscheibe am schärfsten ist.

Verwendung:

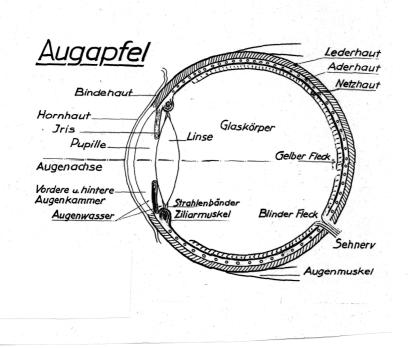
Bei weiter entfernten Gegenständen muß die Distanz Linse-Mattscheibe verkleinert werden (1 bis 2 Rillen). Bei näheren Gegenständen muß diese Distanz vergrößert werden (Mattscheibe nach hinten verschieben). In einem Fotoapparat wäre der Film an der Stelle der Mattscheibe

Schüleraktivitäten:

Schärfeneinstellung: Welcher Abstand Linse-Mattscheibe ist passend wenn der Gegenstand unendlich weit entfernt ist? wenn er 20 cm nah ist? Einfluß der Blende auf die Schärfentiefe: Wie weit kann man mit dem Gerät sich dem Gegenstand nähern oder entfernen ohne dass man merkt dass das Bild unscharf wird? Stecke die Blende in die Rille Nr.30 und wiederhole das Experiment. Beobachte den Helligkeitsunterschied.



Augenmodell zur Darstellung von:
normalsichtigem Auge
weitsichtigem Auge
kurzsichtigem Auge



Modell des menschlichen Auges

Material: Linsen +11dpt und +20dpt, Mattscheibe, Rillenkasten. Konstruktion und Einstellung: wie beim Fotoobjektiv.

Das menschliche Auge ist ein optisches System bestehend aus der Hornhaut, der Augenlinse, und transparenten Flüssigkeiten. Dieses System erzeugt ein Bild auf der Netzhaut. Beim Modell wird das optische System durch eine Sammellinse dargestellt und die Netzhaut durch eine Mattscheibe. Bei nahen Gegenständen verändert sich nicht wie beim Fotoapparat die Position der Linse sondern ihre Wölbung (die Wölbung vergrößert sich, Akkomodation).

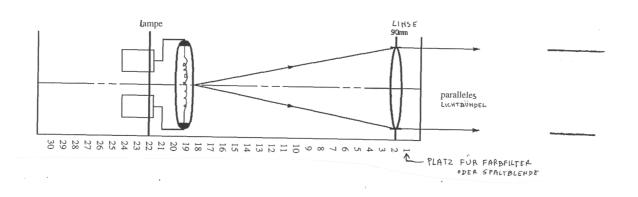
Im Modell ersetzen wir die wenig gewölbte Linse durch die stark gewölbte (20dpt). Dann sind Gegenstände in einer Entfernung von ca. 12 cm auf der Mattscheibe scharf abgebildet.

Man kann Weitsichtigkeit (bzw. Kurzsichtigkeit) nachbilden indem man die Mattscheibe in die Rille Nr.18 (bzw. 3) steckt. Als Brille hält man die Linsen +6,25dpt (bzw. -11dpt) vor dem Rillenkasten.

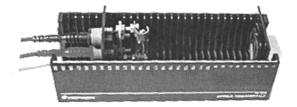
Schüleraktivitäten:

Es ist interessant in der gleichen Lektion die Funktion des eigenen Auges auszuprobieren, besonders die Akkomodation und ihre Grenzen. Der Nahpunkt ist die kleinste Entfernung bei der man mit einem Auge einen Text lesen kann, dabei ist die Wölbung der Augenlinse maximal. Kinder haben eine elastischere Augenlinse deswegen ist ihr Nahpunkt gewöhnlich näher als bei Erwachsenen. Je älter man wird desto weiter verschiebt sich der Nahpunkt, wenn er weiter als 25 cm ist muß man eine Lesebrille tragen.

Bestimme den Nahpunkt des Lehrers und der Schüler. Vergleiche die Brillen des Lehrers und der verschiedenen Schüler. (6)



Scheinwerfer



Scheinwerfer

Zweck: Erzeugt ein paralleles Lichtbündel

Material: Sammellinse +11dpt, Lampe mit Netzgerät und Anschlußkabel, Rillenkasten.

Weiße Wand oder Leinwand in der entferntesten dunklen Ecke des Zimmers.

Konstruktion:

Linse in die Rille Nr.2 stecken. Lampe so drehen, dass der Glühfaden vertikal ist. Glühfaden in den Brennpunkt der Linse stellen (Lampenhalterung in Rille Nr. 23 bis 24 stecken, dann ist der Glühfaden über der Rille Nr.18, das heißt 9 cm von der Linse). Lampe an Netzgerät anschließen.

Einstellungen

Mit dem Scheinwerfer die entfernteste Wand des Klassenzimmers beleuchten. Auf der Wand wird ein vertikaler Streifen sichtbar (Projektion des Glühfadens). Lampe eine Rille vorwärts oder eine Rille rückwärts verschieben bis der vertikale Streifen am schärfsten ist.

Verwendung:

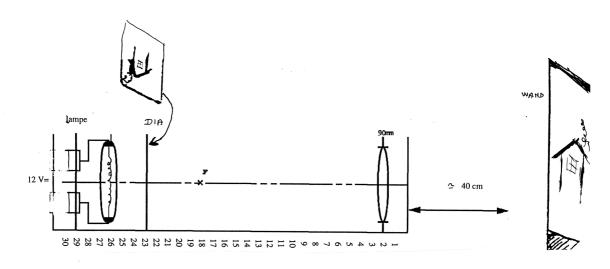
Der Scheinwerfer erzeugt ein paralleles Lichtbündel (mit der Annahme, dass die Wand des Klassenzimmers unendlich weit entfernt ist). Der Scheinwerfer hat eine theoretisch unendliche Reichweite (Anwendung: Leuchtturm für die Seefahrt)

Wenn man die 20dpt Linse verwendet, muß man sie 5cm statt 9 cm vor die Lampe stecken. Wenn man die Lampe um 1 bis 2 Rillen zurückschiebt so entsteht ein konvergierendes Lichtbündel (Anwendung beim Kondenser). Wenn man das Strichgitter vor die Linse steckt, kann man ein Spektrum auf die Wand des Klassenzimmers projizieren. Wenn man ein oder mehrere Farbfilter vor die Linse steckt erzeugt man ein farbiges Lichtbündel. Wenn man die Spaltblende vor die Linse steckt erzeugt man einen feinen Lichtstrahl.

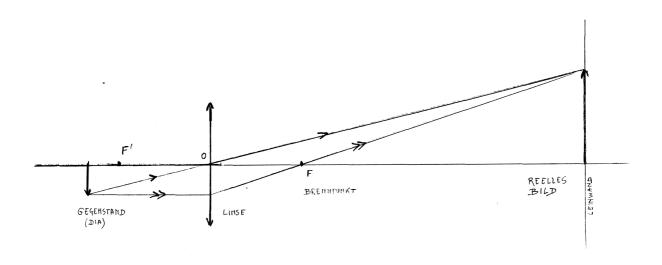
Schüleraktivitäten

Mit dem Scheinwerfer kann man dem unaufmerksamen Kollegen ein Signal geben indem man sein Auge anpeilt. Sogar am anderen Ende des Klassenzimmers wird er geblendet.

Wer baut den Scheinwerfer mit der größten Reichweite? (Aus dem Fenster bei Abenddämmerung ausprobieren!)



Bildwerfer (einfaches Modell)



Bildwerfer (Strahlengang)

Bildwerfer

Zweck:

Wirft ein vergrößertes umgekehrtes Bild auf eine Leinwand (Diaprojektor)

Material:

Lampe mit Netzgerät und Kabeln, Linse +11dpt (als Objektiv), kontrastierter Gegenstand oder Dia,

Stück Pauspapier,

weißer Karton in Postkartengrösse (als Leinwand).

Konstruktion:

Lampe in Rille Nr.30,

Linse in Rille Nr.2 stecken.

Das Dia oder den kontrastreichen Gegenstand in die Rille Nr.22 stecken.

Das so gebaute Gerät in einer Entfernung von ca. 50cm vor den Karton oder eine weiße Wand stellen.

Einstellungen:

Lampe einschalten. Das Gerät verschieben bis das Bild auf der Leinwand scharf ist.

Die Leinwand soll am dunkelsten Ort des Zimmers stehen.

Dia so drehen dass das Bild auf der Leinwand aufrecht steht.

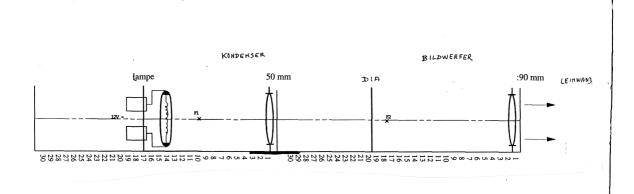
Um das Bild gleichförmiger zu beleuchten, kann man Pauspapier oder Mattfolie in die Rille Nr.23 stecken.

Wenn das Dia in Rille 21 statt 22 steckt, muß die Leinwand weiter weg.

Schülerpraktikum für Matura:

Linsengesetz, graphische Verifizierung der Linsen-Formel: 1/f = 1/g + 1/b

Einen Bildwerfer mit der Linse +20dpt bauen. Wir machen 10 Versuche mit abständen g von 0,055 bis 0,110 m ; Das Bild ist dann zwischen b=1,81 bis 0,09 m. Grafische Darstellung der Abhängigkeit b(g)



Bildwerfer

verbesserte Ausführung (aus 2 Schülersätzen)

Material:

Lampe mit Netzgerät, Linse +20dpt (als Kondenser), Linse +11dpt (als Objektiv), Dia, zwei Rillenkästen, Verbindungsschiene, Leinwand.

Konstruktion

Erster Rillenkasten:

Lampenhalterung in Rille Nr. 18 bis 19 stecken, so dass der Glühfaden genau über der Rille Nr.13 ist, 20dpt-Linse in Rille Nr.2 stecken, Deckel aufsetzen.

Zweiter Rillenkasten:

11dpt-Linse in Rille Nr.2 stecken, Dia in Rille Nr.20. Beide Rillenkästen verbinden und vor die Leinwand stellen.

Einstellungen:

Dia verschieben (zwischen Rillen Nr.18 und 30) bis das Bild auf der Leinwand scharf ist.

Dia drehen damit das Bild auf der Leinwand aufrecht erscheint.

Verwendung:

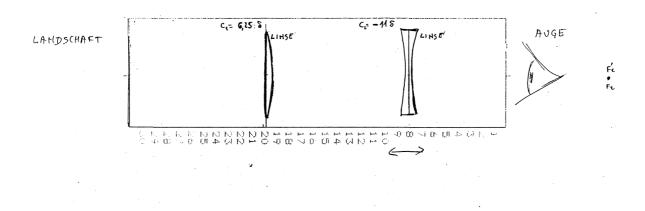
Man kann auch persönliche Dias projizieren.

Es sollten sehr kontrastierte Bilder sein, und das Hauptsujet sollte sich in der Mitte befinden.

Schüleraktivitäten

Das Bild auf der Leinwand erscheint aufrecht nur weil das Dia Kopf-nach-unten eingeschoben wird.

Darum lautet der Merksatz also doch: "Ein Bildwerfer erzeugt ein umgekehrtes Bild" (Umgekehrt im Vergleich zum Gegenstand).



Fernrohr von Galilei

Galileisches Fernrohr

Zweck des Gerätes:

Entfernte Gegenstände aufrecht und vergrößert zu betrachten (terrestrisches Fernrohr).

Material:

Sammellinse +6,25dpt, Streulinse -11dpt, Rillenkasten.

Konstruktion:

Objektiv (Sammellinse) in die Rille Nr.20 stecken, Okular (Streulinse) in die Rille Nr.8 stecken, Deckel schließen.

Einstellung:

Einen entfernten Gegenstand (z.B. Fensterrahmen) anvisieren.

Durch das Okular durchschauen.

Ausprobieren ob das Bild nicht schärfer wird wenn man das Okular um einige Rillen vorwärts oder rückwärts verschiebt.

Verwendung:

Dieses einfache Modell soll vor allem das Prinzip des Fernrohrs zeigen mit dem Galileo Galilei zahlreiche Beobachtungen machte. Das Fernrohr gibt von einer Landschaft ein aufrechtes Bild.

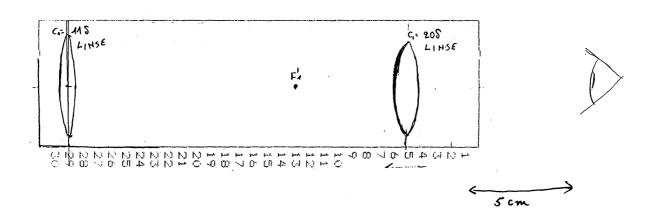
Dieses Fernrohr wurde früher oft für Landschaftsbeobachtungen und als Opernglas verwendet. Da es kein reelles Zwischenbild gibt, ist es nicht möglich mit einem Fadenkreuz die optische Achse zu kennzeichnen (wie beim Keplerschen Fernrohr).

Schüleraktivitäten

Aufgabe: Bestimme die Vergrößerung!

Methode: linierte Wandtafel oder eine Tapete mit breiten Streifen anvisieren, gleichzeitig, neben dem Gerät durchschauen, und einschätzen mit wievielen Steifen ein, durch das Gerät gesehener Streifen überenstimmt.

Niemals in die Sonne schauen: Erblindungsgefahr!



Fernrohr von Kepler

Keplersches Fernrohr

Zweck des Gerätes:

Entfernte Gegenstände vergrößert zu betrachten (Astronomisches Fernrohr)

Material:

Linse +11dpt, Linse +20dpt, Mattscheibe, Dia oder Gegenstand, Rillenkasten.

Konstruktion

Objektiv (schwachgewölbte Linse 11dpt) in die Rille Nr.29 stecken, Okular (starkgewölbte Linse 20dpt) in die Rille Nr.5 stecken, Deckel schließen.

Einstellung

Einen entfernten Gegenstand (z.B. Fensterrahmen) anvisieren.

Durch das Okular in 5cm Entfernung durchschauen.

Ausprobieren ob das Bild nicht schärfer wird

wenn man das Okular eine Rille vorwärts oder eine Rille rückwärts verschiebt.

Verwendung

Dieses einfache Modell soll vor allem das Prinzip des Fernrohrs zeigen: Die erste Linse funktioniert wie ein Fotoobjektiv, sie erzeugt ein verkleinertes umgekehrtes reelles Zwischenbild knapp hinter dem Brennpunkt (ca.9cm).

Die Zweite Linse funktioniert wie eine Lupe, sie erzeugt ein vergrößertes aufrechtes virtuelles Bild eines Gegenstands wenn dieser etwas näher als der Brennpunkt ist (< 5cm). Das Zwischenbild spielt die Rolle des Gegenstandes.

Dieses Fernrohr gibt von einer Landschaft ein umgekehrtes Bild, was oft unpraktisch ist. Es wurde deswegen ursprünglich nur von Astronomen und Geometern verwendet. Ein Fadenkreuz an der Stelle des Zwischenbildes (Rille Nr.12-13) dient bei Vermessungsgeräten zur Feststellung der optischen Achse

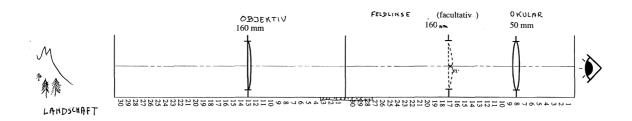
Feldstecher bestehen aus zwei Fernrohren, bei denen das umgekehrte Bild durch ein Spiegelungssystem wieder umgedreht wird.

Schüleraktivitäten

Man kann die Funktion des Okulars sowie des Objektivs einzeln veranschaulichen: Das Objektiv liefert ein Zwischenbild welches man isoliert indem man eine Mattscheibe in die Rille Nr.12 oder 13 steckt. Das Okular ist eine Lupe, man stecke ein Dia in die Rille 12 oder 13 um es zu zeigen.

Aufgabe: Bestimme die Vergrößerung! Methode: liniierte Wandtafel oder eine Tapete mit breiten Streifen anvisieren, neben dem Gerät durchschauen, und einschätzen mit wievielen Steifen ein, durch das Gerät gesehener Streifen überenstimmt.

Niemals in die Sonne schauen: Erblindungsgefahr!



Fernrohr von Kepler

Keplersches Fernrohr

verbesserte Ausführung (aus 2 Schülersätzen).

Material:

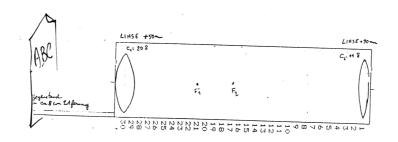
2 Linsen +6,25dpt als Objektiv und Feldlinse, Linse +20dpt als Okular, zwei Rillenkästen, Verbindungsschiene,

Konstruktion:

Beide Rillenkästen mit Holzleiste oder Verbindungsschiene verbinden. Okular in den ersten Rillenkasten stecken (Rille Nr.13). Objektiv in den zweiten Rillenkasten stecken (Rille Nr.8). Beide Deckel schließen

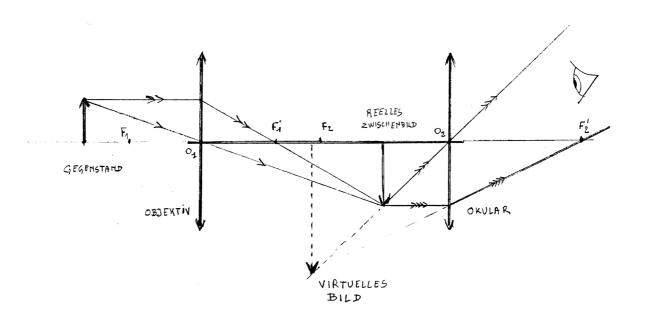
Einstellungen:

Schärfe durch verschieben des Okulars einstellen. Wenn man die zweite 6,25dpt-Linse (Feldlinse) in die Rille Nr.18 des Okulars steckt, verbessert sich der Sehkomfort, aber es ändert sich nichts an der Vergrößerung.





Mikroskop (einf. Modell)



Mikroskop (Strahlengang)

Mikroskop

Zweck:

Kleine Gegenstände vergrößert zu betrachten

Material:

Linse +11dpt (als Okular), Linse +20dpt (als Objektiv), Lochblende, Rillenkasten. Verbindungsschiene oder (besser) Holzleiste (10 cm lang, 19mm breit). Klein gedruckter Zeitungstext oder liniiertes Papier.

Konstruktion:

Objektivlinse in Rille Nr.30, und Okularlinse in Rille Nr.1 stecken (keine Gewalt anwenden: es geht nur in einer Richtung!), Deckel aufsetzen.

Einstellungen:

Okular etwa 9cm vor dem Auge halten, Zeitungstext zwischen 7 und 9 cm vor dem Objektiv halten bis einige Buchstaben scharf sind. Das Bild ist verkehrt. Holzleiste oder Verbindungsschiene in die Bodenaussparung stecken, ein Teil soll vor dem Objektiv hinausragen und als Stativ dienen. Wenn man das Gerät mit diesem Stativ auf den Zeitungstext stützt, soll das Bild scharf sein.

Die Randzone des Bildes ist unscharf wegen dem bei jeder Linse auftretenden Abbildungsfehler (sphärische Aberration). Wenn man die Blende in die Rille Nr.29 steckt verschwindet dieser Abbildungsfehler.

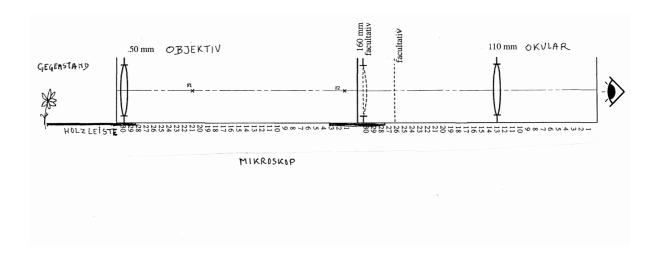
Verwendung:Dieses einfache Modell ist nicht sehr praktisch und hat als einzigen Zweck das Prinzip des Mikroskops zu zeigen:

Die erste Linse funktioniert wie ein Bildwerfer, sie erzeugt ein vergrößertes umgekehrtes reelles Zwischenbild weit hinter ihrem Brennpunkt (hier >> 5cm). Die zweite Linse funktioniert wie eine Lupe, sie erzeugt ein vergrößertes aufrechtes virtuelles Bild eines Gegenstands wenn dieser etwas näher als ihr Brennpunkt ist (hier < 9cm). Das Zwischenbild spielt die Rolle des Gegenstandes für diese Lupe. So gibt das Mikroskop vom Gegenstand ein umgekehrtes Bild.

Dieses stark vereinfachte Gerät taugt für echte Beobachtungen nicht besser als eine Lupe (Vergrößerung ca. 6 mal). Aber man kann die Funktion des Okulars sowie des Objektivs einzeln veranschaulichen: Das Zwischenbild kann man isolieren indem man eine Mattscheibe in die Rille Nr.21 oder 22 steckt. Um zu zeigen dass das Okular eine Lupe ist, steckt man ein Dia in die Rille 21 oder 22.

Schüleraktivitäten:

Bestimme die Vergrößerung! Methode: liniiertes Papier anvisieren, neben dem Gerät durchschauen, neben dem Gerät durchschauen, und einschätzen mit wievielen Steifen ein, durch das Gerät gesehener Streifen überenstimmt.



Mikroskop

verbesserte Ausführung (aus 2 Schülersätzen)

Material:

Linse +20dpt (als Objektiv), Linse +11dpt (als Okular), Linse +6,25dpt (als Okularfeldlinse), zwei Rillenkästen, Blende, Fadenkreuz, Holzleiste.

Konstruktion:

Verbindungsschiene.

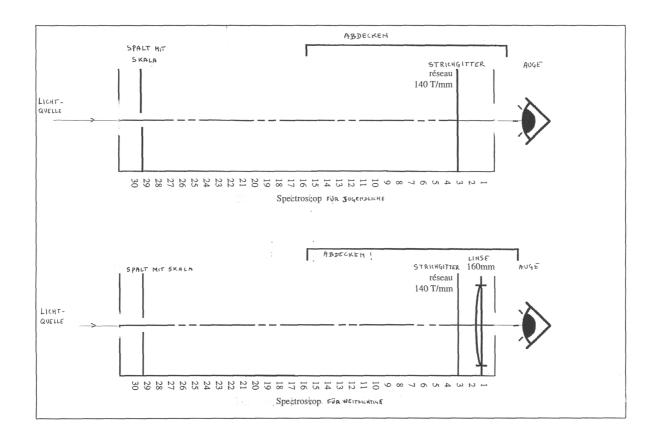
Der erste Rillenkasten bildet das Objektivteil: Objektivlinse in Rille Nr.30 stecken. Deckel aufsetzen. Der zweite Rillenkasten bildet das Okularteil: 11dpt-Linse in Rille Nr.13 stecken, Deckel aufsetzen, beide Rillenkästen verbinden.

Einstellungen:

wie zuvor.

Der Zeitungstext soll ca. 7 cm unter dem Objektiv liegen, das Auge ca. 3cm über dem Okularteil.

Wenn man die 6,25dpt-Linse in die Rille Nr.29 des Okularteils steckt verbessert sich der Sehkomfort (aber es ändert sich nichts an der Vergrößerung).



Beobachtungsspektroskope

Spektroskop

Zweck: Beobachtung des Spektrums eines bestimmten Lichtes.

Material: Strichgitter, Spaltblende (mit Wellenlängenskala) (*), Linse +6,25 dpt, Rillenkasten.

Weißes Licht: z.B. Taschenlampe oder sonstige weiße Glühlampe, heller Himmel, verschiedene Lichtquellen, Farbfilter

Konstruktion: Strichgitter so drehen dass die Richtung der Striche waagerecht ist und die Richtung des Spektrums senkrecht. Strichgitter in Rille Nr.3 stecken. Spalt mit Skala so drehen dass die Spaltöffnung waagerecht ist, Spaltblende in Rille Nr.28 stecken. Dabei soll die schwarze Seite dem Strichgitter gegenüberstehen.

Wenn weitsichtige Personen das Gerät verwenden, steckt man die 6,25 dpt Linse in Rille Nr.1

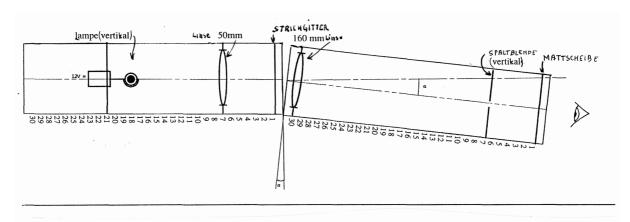
Einstellungen: Rillenkasten zudecken. Auge dicht an das Strichgitter stellen. Das Spektroskop gegen eine weiße Lichtquelle richten. Oberhalb und unterhalb des Spaltes sieht man zwei bis drei symmetrisch angeordnete Spektren. (Wenn die Skala sichtbar ist (*) muß sie sich mit dem einen Spektrum überlagern (blau fängt bei 400nm an; rot geht bis 700nm).

Verwendung: Das Spektroskop dient zur Analyse des Lichtes aus einer bestimmten Lichtquelle. Man bestimmt aus welchen Wellenlängen dieses Licht besteht.

Schüleraktivitäten: Jugendliche haben gewöhnlich eine bessere Akkomodation als Erwachsene und sind daher in der Lage auch ohne Linse die Skala abzulesen. Die Skala dient nur der einmaligen Zuordnung Farbe-Wellenlänge bei weißem Licht. Für Beobachtungen von unbekannten Lichtquellen ist es praktischer wenn die Schülerinnen und Schüler auf die Skala verzichten und den Deckel ganz schließen. Sie drehen das Spektroskop um 90° damit das Spektrum nicht vertikal sondern horizontal erscheint (wie in den Spektraltafeln der Physik- oder Kunstbücher), sie notieren die jeweiligen Farben, als Hausaufgabe malen sie dann grossformatig die verschiedenen Spektren mit Wasserfarbe nebeneinander. Man betrachte eine weiße Glühbirne durch die verschiedenen Farbfilter und vergleiche die Spektren.

Interessant ist der Vergleich von Lichtquellen die mit bloßem Auge als gleichfarbig empfunden werden, z.B. weißes Licht: Glühbirne und Fluoreszenzlampe (Linienspektrum des Quecksilbers) Gelbes Licht: Glühbirne mit gelbem Absorptionsfilter, Glimmlampe, Autobahnbeleuchtung. Rotes Licht: Glühbirne mit Rotem Filter, (reflektiertes) Laserlicht, Leuchtdiode, Neonreklame. Das Spektroskop erlaubt auch die verschiedenen Farbfilter zu unterscheiden.

^(*) Die Skala auf der Blechplatte ist unpraktisch weil man die Skala im abgedeckten Rillenkasten nicht lesen kann. Man braucht eine Spaltblende bei der die Wellenlängenskala von hinten beleuchtet wird. So eine Spaltblende kann man selber herstellen indem man den Papierbogen (Seite 55) ausschneidet. Die Rückseite muß schwarz beklebt oder angemalt werden (außer hinter der Skala). Dann schneidet man die Spaltöffnung mit einer Klinge sauber aus, und die so entstandene papierene Spaltblende kann nun die eiserne ersetzen.



Monochromator (Ansicht von oben)

Monochromator

Zweck: Erzeugt ein monochromatisches (d.h. einfarbiges) Licht

Material: Strichgitter, Linsen +20 dpt, Linse +6,25 dpt, Lampe mit Netzgerät und Kabel, Spaltblende, Mattscheibe, zwei Rillenkästen. Blatt Papier als Unterlage.

Konstruktion

Baue einen Scheinwerfer mit dem ersten Rillenkasten: Linse +20 dpt in Rille Nr. 7, Lampe mit Glühfaden über Rille Nr. 17.

Drehe das Strichgitter so dass die Richtung der Striche vertikal ist und stecke es in Rille Nr.1. Es entsteht ein Projektionsspektroskop.

In den zweiten Rillenkasten stecke die Linse +6,25dpt in Rille Nr.30, und die Mattscheibe in Rille Nr.1. Drehe die Spaltblende so, dass der Spalt vertikal ist und stecke sie in Rille Nr.7. Dabei soll die weiße Seite zu der Linse gewendet sein.

Einstellungen:

Stelle die beiden Rillenkästen einander genau gegenüber aber ohne sie aneinander zu befestigen. Schalte das Licht ein. Auf der weißen Platte rechts und links vom Spalt erscheint ein Spektrum.

Drehe den zweiten Rillenkasten um 3 bis 4°. Das Spektrum verschiebt sich über den Spalt, und die Mattscheibe wird durch den Spalt in der betreffenden monochromatischen Farbe beleuchtet.

Verwendung

Die Wellenlänge kann durch leichtes Drehen des zweiten Rillenkastens kontinuierlich geändert werden.

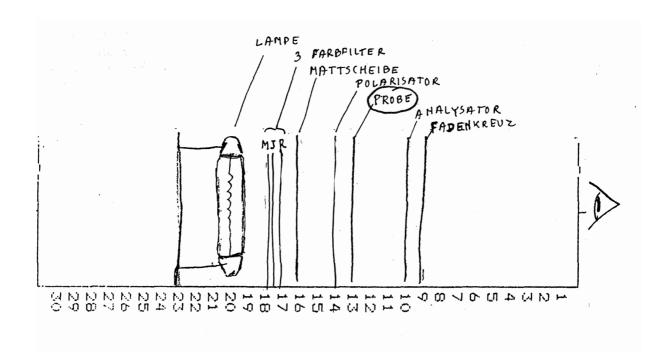
Schüleraktivitäten

Für Biologie oder Kunstunterricht: Erzeuge ein monochromatisches Licht, welches (mit bloßem Auge) annähernd die gleiche Farbe hat wie das mit einem Farbfilter erzeugte Licht?

Erklärung: Auf der Netzhaut des Auges werden die Farben mittels der Zapfenzellen in Nervenimpulse umgewandelt, wobei die Zapfen nur zwischen 3 Farben unterscheiden können. Die Farben werden dann im Gehirn rekonstruiert: so z.B. wenn die Grün- und die Rot-empfindlichen Zapfen gleich stark angeregt werden interpretiert das Gehirn diese Kombination als Gelb, egal ob die Netzhaut mit spektralem Gelb (580nm) oder nur über Filter (500 bis 700nm) angeregt wurde

Wer Reproduziert diese Farben mit Pinsel und Gouache am getreusten?

Für Gymnasien und Hochschulen: So funktionieren die Lichtquellen der Spektrophotometer (analytisches Gerät für Chemie und Biologie). Die Wellenlänge kann durch Messen des Winkels mittels der Formel für Strichgitter berechnet werden (Wellenlänge = Gitterkonstante mal Sinus des Winkels)



Untersuchung optisch aktiver Stoffe

Polarimeter

Zweck: Bestimmung der optischen Aktivität eines transparenten Stoffes **Material**: Polarisator, Analysator, Fadenkreuz, Mattscheibe, 3 Farbfilter (Gelb, Rot und Magenta), Rillenkasten. eventuell Lampe mit Netzgerät. Verschiedene Probestoffe, z.B. kleines Stück Azetatfolie für Hellraumprojektor, Stück Polyäthylenfolie (Plastiksack für Lebensmittel, Aktenschutzhülle...) und Zellophan (Zigarettenpackung, Konfitürefolie, Bonbonhülle, Nalophan Bratfolie...)

Konstruktion: In den Rillenkasten stecke man folgende Komponente hintereinander ein: Die Lampe, die drei Farbfilter übereinander, die Mattscheibe, den Polarisator, den Analysator und das Fadenkreuz (die Skala soll durch das Fadenkreuz sichtbar sein). Die genaue Rillennummer jedes Komponenten ist dabei unwichtig. Man lasse einen kleinen Abstand zwischen Lampe und Farbfilter um deren Erhitzen zu vermeiden, und zwischen Polarisator und Analysator um die zu untersuchende Proben dazwischenschieben zu können.

Bei Schülerversuchen ist es noch einfacher auf die Lampe zu verzichten und das Gerät gegen das Fenster oder eine starke Lichtquelle zu richten. Wenn man eine Natriumdampflampe hat, braucht man nicht die 3 Farbfilter.

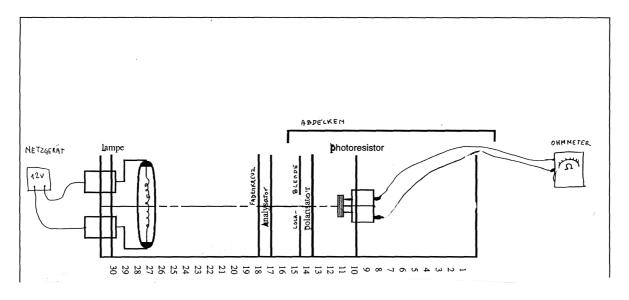
Einstellungen: Bevor man eine Stoffprobe zwischen "gekreuzten" Polarisator und Analysator einschiebt, kontrolliert die Skala des Analysators: Bei 90° ist Licht ("Polarisationsrichtungen parallel") und bei 0° ist Dunkelheit ("Polarisationsrichtungen gekreuzt"). Wenn es dem nicht so wäre drehe man den Polarisator um 90°. Man stellt dann den Analysator auf 0° ("gekreuzt") und schiebt eine Zellophanfolie zwischen Polarisator und Analysator. Das Licht wird teilweise wiederhergestellt. Wenn es dem nicht so wäre drehe man die Folie in eine andere Richtung. Wenn es dann immer noch Dunkelheit herrscht versucht man mit einem anderen Material. Der Analysator bleibt währen dem ganzen Versuch auf 0°. Wenn man die Polyethylenfolie zwischen "gekreuzten" Polarisator und Analysator schiebt bleibt es dunkel. Nur "glasklare" Stoffproben sind für diesen Versuch geeignet, nicht trübe.

Verwendung: Dieses Experiment erlaubt es "optisch aktive" Stoffe wie Zellophan, Zucker, etc...von "inaktiven" wie Polyethylen, Glas etc.. zu unterscheiden.

Die "optische Aktivität ist eine Eigenschaft die von der Molekularstruktur des Stoffes abhängt: Wenn die Moleküle eine symmetrische Struktur hat so ist der Stoff inaktiv, wenn die Moleküle ihrem eigenen Spiegelbild nicht gleich ist (Chiralität) so ist der Stoff optisch aktiv.

Das Gerät kann als Polarimeter verwendet werden d.h. man kann die optische Aktivität messen. Zwischen "gekreuzten" Polarisator und Analysator schiebt man den optisch aktiven Stoff. Dann dreht man den Analysator nach rechts oder nach links bis die Lichtstärke am schwächsten ist. Man mißt den Winkel auf der Skala des Analysators. Wenn der Winkel bei Rechtsdrehung kleiner war als bei Linksdrehung so ist der Stoff "rechtsdrehend" (dextrogyr). Sonst ist er "linksdrehend" (levogyr).

Schüleraktivitäten: Die Lehrperson faßt Polyethylen- und Zellophanproben in Diarahmen. Die Schülerinnen und Schüler müssen sie identifizieren und den Drehwinkel messen. Man kann auch Flüssigkeiten (in Glasbehältern) untersuchen (z.B. Zuckersyrup, Akazienhonig 7), oder Spannungen in Acrylglas sichtbar machen (Geodreieck, Lineal...)



Lichtpolarisation (Gesetz von Malus)

Polarisationgerät von Malus

Ziel: Das Gerät erlaubt die Gesetzmäßigkeit der Lichtabschwächung durch Polarisation nachzuweisen .

Material: Fotozelle und Ohmmeter, Lampe und Netzgerät, Polarisator, Analysator, Fadenkreuz, Lochblende, Rillenkasten.

Konstruktion: Lampe in Rille Nr.30 stecken, Fadenkreuz in Rille Nr.17, Analysator in Rille Nr.16 (so dass die Skala durch das Fadenkreuz sichtbar ist), Blende und Polarisator zusammen in Rille Nr.13, Photozelle in Rille Nr.8. Photozelle an das Ohmmeter anschließen. Rillen Nr.1 bis 15 mir dem Deckel zudecken. Lampe an das Netzgerät anschließen.

Einstellungen: Photozelle provisorisch rausnehmen, Licht einschalten. Ins Gerät von hinten hineinschauen und Analysator drehen. Bei 0° ist Licht (Polarisationsrichtung parallel) und bei 90° ist Dunkelheit (gekreuzt). Wenn dem nicht so wäre drehe man den Polarisator um 90° (Diese Einstellung ist bewußt anders als beim vorigen Versuch!). Photozelle wieder einstecken und Rillenkasten zudecken. Messungen an einem dunklen Ort machen.

Verwendung: Drehe den Analysator und notiere für jeden Drehwinkel α die Anzeige am Ohmmeter (Widerstand $\,R\,$).

Schüleraktivitäten: Geeignet für Gymnasium und Technikum

Die Lichtstärke I ist dem Kehrwert des Widerstands proportional. Erstelle

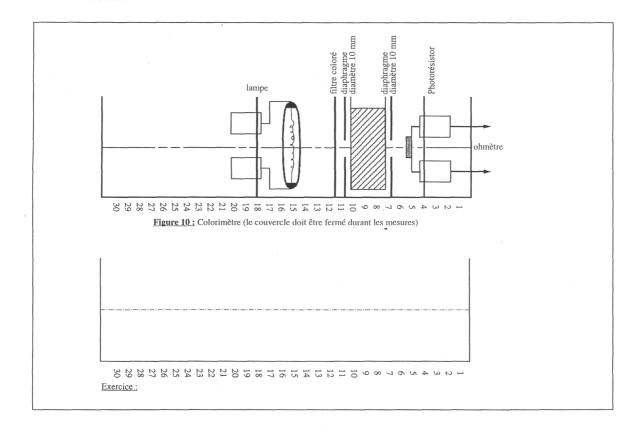
eine Tabelle " — α -----1/R------

Zeichne das Diagramm. Sind die 2 Größen proportional (Antwort: nein). Suche eine mathematische Formel, die 2 Größen verbindet.

Schon vor 200 Jahren hat E.Malus diese Formel herausgefunden: $I = Konst . \left(cos \ \alpha \right)^2$

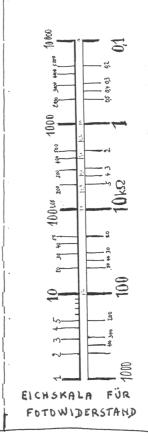
Zeichne das Diagramm $1/R = f (\cos \alpha)^2$

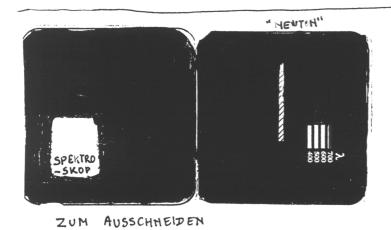
ANREGUNGEN FÜR WEITERE VERSUCHE (8)

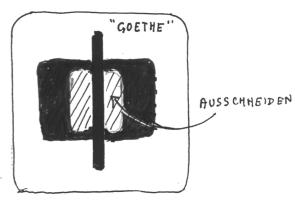


1
Blau
Rot
Grüm
Magenta
Cyan
Gelb
+ 20 &
+ 11 δ
+ 6,5 &
-118

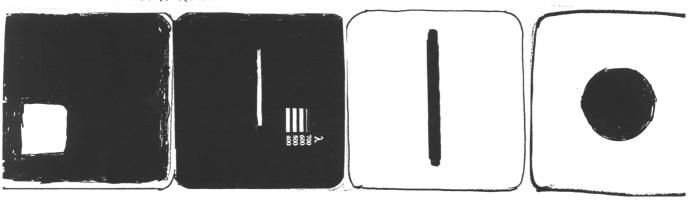
Bl	au
R	ot
Gr	ür.
Mag	enta
Су	an
Ge	1b
+ 20	0 8
+ 1	1 δ
+ 6	,5δ
(-11	8







AUF FOLIE KOPIEREN



Auszug aus dem

Lehrplan für das Liechtensteinische Gymnasium 6. Schulstufe

Fachbereich: Mensch und Umwelt Teilbereich: Realien

Lernbereich: 5. Naturgesetze und Technik

Grobziele	Inhalte	Lernziele
5.3 Optische Erscheinungen experimentell entdecken und praktisch umsetzen	Spiegel	Den Strahlengang eines Lichtstrahles auf einen Spiegel genau konstruieren. Mit einer Glasplatte die Position eines Spiegelbildes experimentell aufzeigen und das Symmetriegesetz verifizieren.
	Linse	Mit zwei verschiedenen Methoden (entfernte Landschaft UND Brennpunkt in der Sonne) die Brennweite von Sammellinsen experimentell bestimmen Mit einer Sammellinse und einer Mattscheibe im Rillenkasten ein Augenmodell (Fotoapparat) konstruieren und seine Tiefenschärfe experimentell einschätzen. Mit einer Sammellinse und einer Glühbirne im Rillenkasten einen Scheinwerfer konstruieren und experimentell bestimmen wie weit man jemanden damit blenden kann. Mit einem Augenmodell die Situation der Kurzsichtigkeit (bzw. der Weitsichtigkeit) nachbilden, und in jedem der zwei Fälle erklären warum eine geeignete Brille nützlich wäre. Mit einer Sammellinse eine Lupe konstruieren und deren Vergrösserung experimentell einschätzen Die wichtigsten Teile des Auges und des Fotoapparates tabellarisch gegenüberstellen, und auf einem Modell bezeichnen.

(9)

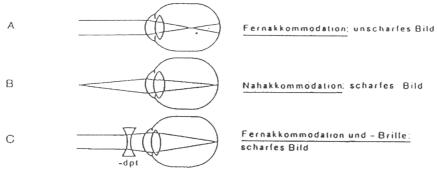
Quellennachweis

- 1) DEICHA C., "Boîtes noires pour enseigner l'optique", BUP N° 750, p.35-43, Paris 1993.
- 2) Katalog Pierron Physik-Chemie 1998, "optique fondamentale" réf. MT 3235.
- 3) Eurenerg CDROM (Comenius Projekt). NWF (Vaduz), UdP (Paris) et al. 2002
- 4) DEICHA C. Katalog der Schützenswerter Physikgeräte und Liechtensteinensia NWF, Vaduz (in Vorb.).
- 5) MARTIN M., Die Kontroverse um die Farbenlehre, 1979, Novalis Verlag Schaffhausen.
- 6) POSSNER D. et al. Naturlehre: Einführendes Naturwissenschaftliches Praktikum. LG Vaduz 1999
- 7) DEICHA C. Le miel d'acacia: usage didactique d'un liquide familier. BUP N° 743 p.553-557 (dt.Übersezung NWF 2001)
- 8) Gerätebeschreibung Pierron MT3235
- 9) SCHÖNENBERGER M. Lehrplan für das Fürstentum Liechtenstein. Schulamt Vaduz 2001

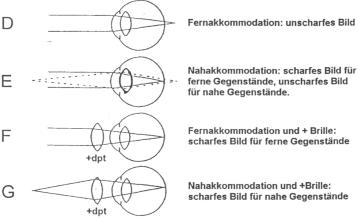
Augenfehler und Brillen (Hausaufgabe)

Theoretische Grundlage

Nur wenn die Entfernung zwischen der Linse und der Netzhaut der Brennweite entspricht, werden ferne Gegenstände scharf auf der Netzhaut abgebildet. Ist der Augapfel dagegen etwas zu lang, so entsteht anstelle eines Bildpunktes ein Bildfleck und ferne Gegenstände können nicht mehr scharf abgebildet werden (vgl. A). Dieser Mensch kann aber nahe Gegenstände durchaus scharf erkennen (vgl. B). Man bezeichnet diesen Augenfehler als *Kurzsichtigkeit*. Der Kurzsichtige benötigt daher *zum scharfen Sehen in die Ferne* eine Brille mit *zerstreuenden Linsen*. Ihre Brechkraft wird in negativen Dioptrien angegeben (Dioptrie = 1/f, wobei f in Metern angegeben wird).



Bei der Weitsichtigkeit ist der Augapfel etwas zu kurz (vgl. D). Der Weitsichige kann ferne Gegenstände scharf sehen, weil er die Linse etwas krümmt, also sie eigentlich auf Nahe einstellt (vgl. E). Möchte er allerdings nahe Gegenstände betrachten, so reicht die Linsenkrümmung nicht mehr aus. Mit einer Sammellinse (positive Dioptrien) kann er den Fehler korrigieren (vgl. G).



Bei der *Altersweitsichtigkeit* hat die Linse ihr Elastizität verloren. Deshalb wölbt sie sich nicht mehr genügend stark und nahe gelegene Gegenstände werden nicht mehr scharf wahrgenommen. Auch in diesem Fall kann man den Fehler mit einer *Sammellinse* korrigieren.

Modell für das normalsichtige und das alterssichtige Auge

Material:

Sammellinsen (11 und 20 Dioptrien), Sammellinse (6 Dioptrien als Brille), Mattscheibe, Rillen-kasten.

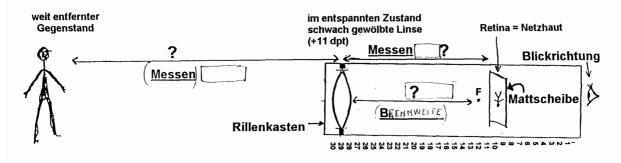
Berechne die Brennweite der beiden Sammellinsen und trage die Werte auf die Abbildungen

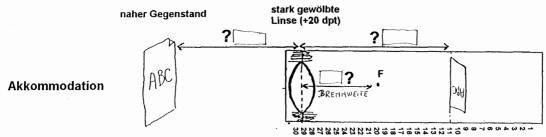
Durchführung:

Baue die abgebildeten Modelle und teste jeweils, ob du die Bildqualität scharf oder unscharf erreichst, indem du von hinten auf die Mattscheibe blickst.

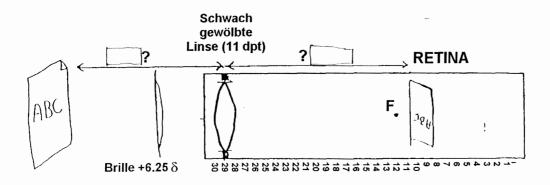
a) Trage die Längen der mit "?" bezeichneten Strecken ein.

Normales Auge:





Alterssichtiges Auge:



Modell für das kurzsichtige Auge



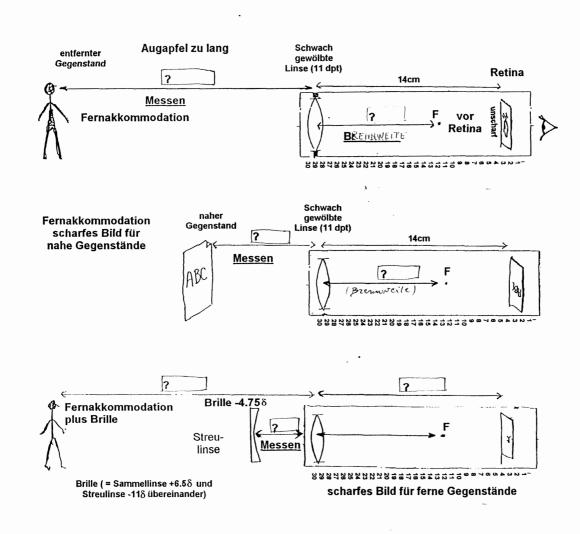
Material:

Sammellinsen (11 Dioptrien), Sammellinse (+6 dpt als Brille), Streulinse (-11 dpt), Mattscheibe, Rillenkasten,

Durchführung:

Baue die abgebildeten Modelle und teste jeweils, ob du die Bildqualität scharf oder unscharf erreichst, indem du von hinten auf die Mattscheibe blickst.

a) Trage die Längen der mit "?" bezeichneten Strecken ein.



Modell für das weitsichtige Auge

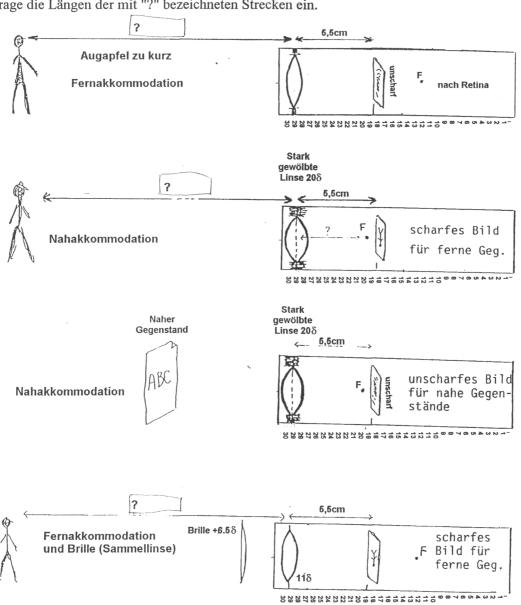
Material:

Sammellinsen (11 und 20 Dioptrien), Sammellinse (+6 dpt als Brille), Mattscheibe, Rillenkasten,

Durchführung:

Baue die abgebildeten Modelle und teste jeweils, ob du die Bildqualität scharf oder unscharf erreichst, indem du von hinten auf die Mattscheibe blickst.

a) Trage die Längen der mit "?" bezeichneten Strecken ein.



Linsen

- 5. Brennweite von Sammellinsen bestimmen. Vergleiche die Ergebnisse der 3 Methoden NL (Solarfeuerzeug (immer Rücken zur Sonne Erblindungsgefahr), entfernte Lanschaft (Plan 16), Kehrwert der Brechzahl). Material: 3 Sammellinsen +6,25 8, +11 8 und +208, weisses Papier, Fetzen Zeitungspapier, Messstab (olung Rielen Russtab)
- 6. Lupe bauen und Vergrösserung einschätzen (Plan 26). Niemals in die Sonne richten!

 Material: Sammellinse +11 δ, Rillenkasten, liniiertes Papier, kleingedruckter Text oder Briefmarke,
- Modell eines Fotoapparates bauen (Plan 28) Material: Linse +11δ, Rillenkasten mit Deckel, Mattscheibe, Lochblende, Messstab.
- 8. Modell des menschlichen Auges (Plan 30): Baue ein normales, ein weitsichtiges und ein kurzsichtiges Auge (NL57). Material: Linse +20 und+118, Rillenkasten mit Deckel, Mattscheibe, Lochblende, Messstab.
- 9. Modell einer Brille für Weitsichtige. (NL59) wie 8 4 Sammellinse +6,258
- 10. Modell einer Brille für Kurzsichtige. (NL52) wie & + Sammellinse +6,258 und Streulinse -118.
- 11. Modell eines Mikroskops. Vergrösserung einschätzen. (Nicht in die Sonne schauen!) Material: Linse +20 (als <u>Objektiv</u>) und+11δ (als <u>Okular</u>), Rillenkasten mit Deckel, Lochblende, <u>Holzleiste</u>, Messstab, liniiertes Papier, kleingedruckter Text oder Briefmarke, (Plüne 44 lin 47)

Wellenoptik

- 12. "Beugung am Spalt ist mit Wellenmodell erklärbar": Material: Laser, Beugungsspalt, weisser Schirm.
- 13. Interferenzen: Material Laser, <u>Doppelspaltspalt</u>, weisser Schirm.
- 14. Spektroskop: Male (Gouache-Wasserfarben) das Spektrum des weissen Lichtes Material: Weisse Glühlampe, Spektroskop mit Anleitung (NL37) oder Selbstbau (Plan 48) aus Strichgitter (140Str/mm), Rillenkasten mit Deckel, Lochblende, Spaltblende mit durchleuchtender Wellenlängenskala,
- 15. **Spektroskopie:** Analysiere das Licht von verschiedenen Lichtquellen (NL) Material: Spektroskop, weisse Glühlampe, Leuchtdioden (und andere Lichtquellen), 6 Farbfilter (blau, grün, rot, cyan, yellow, magenta),
- 16. "Fotoelektrisches Effekt ist mit Teilchenmodell erklärbar" Material Leuchtdiode, <u>Fotovoltaisches</u> Element, <u>Voltmeter</u>
- 17. "Polarisation ist mit Transversalwellenmodell erklärbar".: 2 Polarisationsfilter (ohne Rillen Rootes)
- 18. Polarimetrie: erkenne "optisch Aktive" Moleküle (Plan 52) Material: Farbfilter rot, yellow, magenta, 2 Polarisationsfilter, Akrylglasplatte (mit Fadenkreuz), Rillenkasten mit Deckel, Lampe, Netzgerät mit 2 Verbindungskabeln,, Mattfolie, Zellophanfolie, Polyethylenfolie, Glasküvette mit sehr konzentrierter Zuckerlösung, Akazienblütenhonig.

Optikexperimente

Material:

Im Experimentiersatz "Optique fondamentale" (bzw. im Klassenkoffer): 3 Sammellinsen +6,25 δ, +11 δ und +20δ, Streulinse -11 δ, 6 Farbfilter (blau, grün, rot, cyan, yellow, magenta), Strichgitter (140Str/mm), 2 Polarisationsfilter, Fotoresistor, Akrylglasplatte (mit Fadenkreuz), Lampe 12V, Rillenkasten mit Deckel, Spaltblende, Mattscheibe, kontrastierter Gegenstand, Lochblende.

Zusatzmaterial:

Ohmmeter, Netzgerät (12V, 1A) mit 2 Verbindungskabeln, Spaltblende mit durchleuchtender Wellenlängenskala, Fenster mit Querbalken, , Mattfolie, karierte Mattfolie, runde Scheibe auf Folie, Bindestab, Speigel, Leuchtdiode (mit Fassung und Schutzwiderstand). Zellophanfolie, Polyethylenfolie, weisses Papier, liniiertes Papier, kleingedruckter Text oder Briefmarke, Dia, leerer Diarahmen, Infrarotfilter, Messstab.

Bei der Lehrperson verlangen: Holzleiste (Verbindungsschiene), zweifarbige 3D-Fotos, Karton (als Projektionsbildschirm), Karton mit Öffnung (als Gegenstand), Beugungsspalt, Prisma, fotovoltaisches Element, phosphoreszierender Stern, Glasküvette, Akazienblütenhonig, Laser, Beugungsspalt, Doppelspalt

(NL)

Literatur: C. Deicha, Optikexperimente 1998 Vaduz D. Possner et al., Naturlehre 1999 Vaduz

Inhaltsverzeichnis

Beschreibung der I	Komponente	3
Grundexperimente		11
	Spiegel	12
	Sammellinse	17
	Farbenlehre	19
	Teilchen- und Wellenmodell	24
Bauanleitungen		25
	Die 5 Verwendungsmöglichkeiten der Sammellinse	27
	Fernrohre	39
	Mikroskop	45
	Wellenoptik	49
Kopiervorlage	1	57
Bezüge zum Lehrp	१वम	58

Copyright by: Cyril Deicha 1998

Résumé

"Expériences d'optique"

Dans cette brochure sont décrites des expériences réalisables avec le materiel "Optique Fondamentale" mis au point par nous il y a quelques années en collaboration avec la Société Pierron.

Au dessus de chaque schéma théorique est indiqué un plan de montage permettant l'assemblage sans aucun tâtonnement ni réglage.

Description des composants Matériel spécifique: 4 lentilles, 6 filtres colorés, 2 filtres polarisants, réseau, photorésistor, plaque en plexiglas avec réticule, lampe à filament rectiligne, boîte à rainures (banc d'optique), fente, écran dépoli, objet contrasté, diaphragme. Matériel standard indispensable: ohmmètre, alimentation électrique, barre de liaison, papier-calque, écran, Matériel supplémentaire recommandé: miroir, calque quadrrillé, prisme, fente diffractante, papier phosphorescent, photopile, photodiode, cuve en verre, laser,		
Expériences de base:		
Réflection et réfraction sur la plaque en plexiglas	12	
Réflection sur face avant et arrière, position de l'image virtuelle.	14	
Evaluation de la distance focale d'une lentille convergente (2 méthodes)	16	
Theorie des couleurs	19	
Synthèse soustractive, synthèse additive.	21	
Décomposition de la lumière, couleurs de Newton et de Goethe.	23	
Polarisation,	24	
Photométrie	24	
Montages d'optique géométrique		
Loupe	27	
Objectif photographique	28	
Oeil réduit	31	
Phare	33	
Projecteur de diapositives (montage simple, montage amélioré)	34	
Lunette de Galilée	37	
Lunette astronomique (montage simple, montage amélioré)	39	
Microscope réduit (montage simple, montage amélioré)	45	
Montages d'optique physique:		
Spectroscope d'observation	49	
Monochromateur	51	
Polarimètre	53	
Vérification de la loi de Malus	55	
Suggestions	56	

57

58

Planche à photocopier sur transparent et à découper (composants supplémentaires)

Objectifs pédagogiques officiels, et bibliographie (les réf N°1,2.3,7,8 sont en français)