

Herbst 1999, Thema Nr. 2 „Freihandexperimente“

Referentin: Gertraud Schuster
Dozent: Dr. Thomas Wilhelm
Datum: 09.11.2006

1. a) *Formulieren Sie, was Sie unter einem „Freihandexperiment“ verstehen! Geben Sie dazu Kriterien an, die ein physikalisches Experiment nach Ihrer Vorstellung in der Regel erfüllen sollte, damit es als Freihandexperiment eingestuft werden kann!*

b) Für welche Unterrichtsphase (Artikulationsstufe) eignen sich Freihandexperimente aufgrund der in 1. a) genannten Kriterien?

a) Der Begriff Freihandexperiment ist nicht eindeutig definiert. Er reicht vom eigentlichen Wortsinn „Versuch, der aus der Hand heraus frei ausgeführt wird“ (dabei ist die Hand das Stativ, die Klemme oder Halterung und unmittelbar am Geschehen beteiligt) über einfache Versuche, die mit Alltagsgegenständen ausgeführt werden, bis zu Versuchen, bei denen auch aufwendige Bastel- und Konstruktionsarbeiten notwendig sein können. Dabei ist aber wichtig, dass die verwendeten Gegenstände und Materialien leicht zu beschaffen sind und am besten Gegenstände des täglichen Lebens sind.

Für mich gehören alle Versuche, die mit einfachen Gebrauchsgegenständen ohne größeren organisatorischen und experimentellen Aufwand durchgeführt werden können, zu den Freihandexperimenten.

Sie sind von technischen Raffinessen befreit und erweisen sie sich daher als besonders geeignet, physikalische Effekte oder Phänomene deutlich hervorzuheben.

In der Regel sind es qualitative und keine quantitativen Versuche.

Trotz des einfachen Aufbaus und der einfachen Durchführung stecken oft mehrere physikalische Gesetzmäßigkeiten in der Erklärung (vgl. „Umgedrehtes Wasserglas“).¹

Freihandexperimente ähneln oft Zauberkunststücken und rufen beim Betrachter (Schüler) Staunen hervor und werfen Fragen auf.

b) Freihandversuche eignen sich nach den in a) genannten Kriterien somit am besten für die Einstiegs- bzw. Motivations- und Problemstellungsphase. Sie wirken auf Grund der Einfachheit und dem deutlichen Bezug zu Alltagsproblemen motivierend. Tritt bei Freihandversuchen eine Diskrepanz zwischen der Erwartung und dem tatsächlich eingetretenen Ergebnis auf (kognitiver Konflikt), so rufen solch unerwartete Effekte den Wunsch nach Erklärung und korrekten Konzepten hervor. Schüler stellen selbst Fragen auf und formulieren Lösungsvermutungen.

¹ WILHELM, Thomas: „Beispiele für Freihandversuche zu ausgewählten Themen des Physikunterrichts am Gymnasium“. BpV 26, München 2002, Seite 14

Weniger geeignet sind Freihandversuche dafür in der Problemlösungsphase, da sie keine quantitativen Ergebnisse liefern. Zudem kann nicht systematisch eine Variable geändert werden, um physikalische Zusammenhänge zu erkennen und in einem Gesetz zu formulieren. Außerdem spielen für die Erklärung der Freihandversuche oft mehrere physikalische Gesetzmäßigkeiten eine Rolle.

In der Sicherungs- und Vertiefungsphase können Freihandexperimente gut eingesetzt werden, wenn Schüler durch Experimente mit direktem Alltagsbezug zu weiterem Nachdenken angeregt werden sollen. Da sie auf Grund ihrer einfachen Durchführung kaum Zeit beanspruchen, kann man die „gewonnene“ Zeit für Diskussionen, bzw. weitere Versuche nutzen.

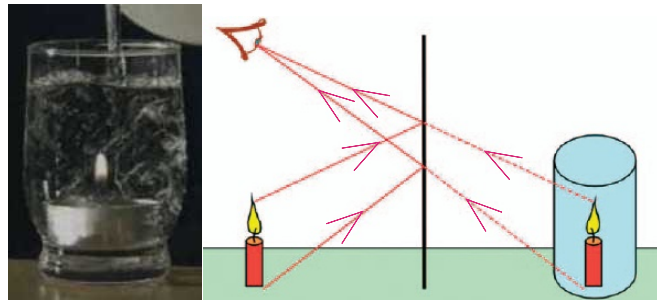
2. Beschreiben und skizzieren Sie je ein Freihandexperiment, das als Einstieg in die folgenden Themen aus dem Bereich Optik geeignet ist: Reflexion, Brechung, Abbildung mit einer Sammellinse.

Reflexion

Kerze im Wasserglas

Dazu benötigt man:

Wasserglas
Teelicht
Wasser
Glasscheibe



Vor einer Glasscheibe wird eine brennende Kerze positioniert. Im gleichen Abstand wird hinter der Glasscheibe ein Wasserglas gestellt. Blickt der Betrachter von der „Kerzenseite“ auf die Glasscheibe, so scheint die Kerze im Wasserglas zu brennen.

Brechung

„Sichtbarmachen“ einer Münze

Dazu benötigt man:

1 Tasse
1 Münze
Wasser

Man legt die Münze auf den Boden der Tasse und positioniert sich selbst (den Beobachter) so, dass man bei schrägem Blick über den Tassenrand die Münze gerade nicht mehr sieht. Nun füllt man sehr vorsichtig Wasser in die Tasse, damit die Münze ihre Position beibehält. Alternativ kann die Münze vorher mit einem durchsichtigen Klebeband fixiert werden. Auf Grund der unterschiedlichen Brechung des Lichtes in Wasser und Luft ist die Münze nun sichtbar.



„Knick in der Optik“ - Gabel oder Löffel in Wasserglas

Dazu benötigt man:

1 Trinkglas
1 Gabel (Löffel)
Wasser und Speiseöl

Man füllt das Trinkglas halb voll mit Wasser und gibt eine Gabel hinein. Nun beobachtet man sie von der Seite. Dann gibt man noch eine einige Zentimeter breite Ölschicht hinzu und beobachtet wieder die Gabel!



Abbildung mit einer Sammellinse

Wassertropfenlupe²

Dazu benötigt man:

- Lasche eines Schnellhefters
- Glas Wasser



Man taucht die Lasche des Schnellhefters in ein Glas Wasser, so dass im Loch ein Wassertropfen hängen bleibt. Diese „Lupe“ bringt man nun über einen klein gedruckten Text. Wenn man mit der Hand zu sehr zittert, kann die Wassertropfenlupe auch auf den Rand eines dicken Buches abgelegt werden. Darunter positioniert man dann den zu lesenden Text.

² http://leifi.physik.uni-muenchen.de/web_ph07_g8/heimversuche/02linsen/wassertropf/wassertropf.htm

3. *Führen Sie für eines der drei Themen aus 2. die wesentlichen Inhalte einer entsprechenden Unterrichtseinheit in sachlogischer Reihenfolge an, damit die Schülerinnen und Schüler am Ende der Einheit in der Lage sind, das Einstiegsexperiment selbst zu erklären!*

Unterrichtseinheit zum Thema Brechung

Das Thema wird im Rahmen der Strahlenoptik behandelt. Vor der Thematik der Brechung wurden bereits die Ausbreitung des Lichts und das Reflexionsgesetz behandelt. Das Thema führt zur Totalreflexion und anschließend zu Abbildung durch Linsen.

Grobziel: Die Schüler sollen das Brechungsgesetz kennen lernen.

Feinziele: Die Schüler sollen...

...Hypothesen formulieren können.

...das Brechungsgesetz verstehen und allgemein formulieren können.

...Beispiele für das Brechungsgesetz in Umwelt und Natur erkennen können.

...die Erfahrung, dass unser Auge immer von einer geradlinigen Ausbreitung des Lichts ausgeht, mit den physikalischen Gesetzen der Brechung des Lichts an optischen Medien kombinieren und Voraussagen treffen können, wo sich Gegenstände, die an unterschiedlichen optischen Medien gebrochen werden, tatsächlich befinden.

Die Erarbeitung des Themas „Lichtbrechung“ wird in einem darbietenden Verfahren durchgeführt. Dabei können die neuen Begriffe (Einfallslot, optisch dünner, optisch dichter, etc.) für alle erklärt werden. Mit der optischen Scheibe bedient man sich eines Versuchsgerätes, das von allen gut beobachtet werden kann.

Anhand der gemeinsam erarbeiteten Ergebnisse kann das Phänomen zum „Sichtbarmachen der Münze“ in Gruppenarbeit gelöst werden.

Verlauf der Lerneinheit:

Einstieg und Motivation:

Zu Beginn der Stunde zeigt der Lehrer das in der zweiten Teilaufgabe beschriebene Motivationsexperiment „Geknickte Gabel“. Das Phänomen wurde vielleicht schon von einigen Schülern im Alltag beobachtet, aber es kann nicht erklärt werden: Die Problemfrage entsteht.

Problemstellung:

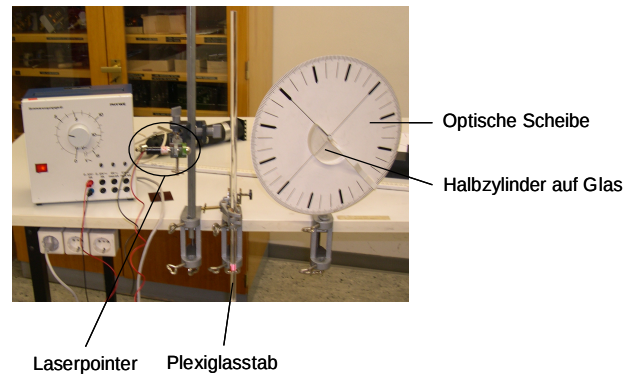
„Warum ist die Gabel geknickt?“ Vermutungen sammeln: Abhängig vom Lichteinfall?, Von der (Intensität) der Lichtquelle?...

Zur Problemlösung zeigt man folgendes Experiment:

Auf der optischen Scheibe ist mittig ein Halbzylinder (aus Glas, oder mit Wasser gefüllt) befestigt. Eine Lichtquelle, die ein sehr schmales paralleles Lichtbündel aussendet, ist so angebracht, dass sie zur Mitte der optischen Scheibe zielt. Die Scheibe ist drehbar gelagert.

Mit Hilfe eines Laserpointers und eines Plexiglasrührstabs, der den Lichtstrahl so auffächert, dass er über die optische Scheibe streift³, werden die Ablenkwinkel β in Abhängigkeit vom Einfallswinkel α gemessen.

Zu Beginn trifft der Lichtstrahl senkrecht auf die gerade Seite des Halbzylinders. Der Lehrer lässt die Schüler ihre Beobachtungen beschreiben: Der Lichtstrahl wird nicht gebrochen. Man führt den Begriff des Lots ein.



Dann werden verschiedene Einfallswinkel eingestellt und die sich ergebenden Brechungsbilder werden von den Schülern beschrieben. Man wiederholt bzw. erklärt die Begriffe Einfalls- und Ablenkwinkel. Schrittweise vergrößert man den Einfallswinkel auf 90° und vergleicht ihn mit dem Ablenkwinkel β .

Die Ergebnisse werden von den Schülern formuliert. Sie erkennen, dass beim Übergang von Luft zu Glas (Wasser) die Brechung zum Lot hin erfolgt. Dabei erklärt man, dass Glas im Vergleich zu Luft als das optisch dichtere Medium bezeichnet wird.

Nun positioniert man die Lichtquelle so, dass das Licht von Glas in Luft übertritt. Man lässt das Licht jeweils so einfallen, dass einige Einfallswinkel den vorher gemessenen Ablenkwinkeln entsprechen. Die Schüler sollen dabei erkennen, dass Einfalls- und Ablenkwinkel vertauscht sind – der Lichtweg also umkehrbar ist. Der Lichtstrahl wird also vom Lot weg gebrochen. Dabei bezeichnet man Luft im Vergleich zu Glas als das optisch dünnere Medium.

Die Ergebnisse werden an der Tafel formuliert. Die verwendeten Begriffe werden erneut genau beschrieben und die physikalischen Größen in der Skizze zum Versuchsaufbau vermerkt.

Ergebnissicherung:

Anschließend kann in Zweier- bis Vierergruppen das Freihandexperiment zum Sichtbarmachen der Münze durchgeführt werden. Mit den vorher erzielten Ergebnissen sollen die Schüler versuchen das Phänomen der optischen Hebung zu erklären. In der Gruppe fertigen sie eine Skizze an, die den Weg des Lichtes zum Auge zeigt.

Man betrachtet ein von einem Punkt P ausgehendes divergentes Lichtbündel, das schräg auf die Grenzfläche zu Luft trifft. Die Strahlen des Bündels werden vom Einfallslot weg in Richtung unseres Auges gebrochen. Für das Auge scheint das Lichtbündel von einem Punkt P' herzukommen, der der Schnittpunkt der rückwärtigen Verlängerungen von den ins Auge gelangenden Strahlen ist. Dies ist der Grund, warum unter Wasser liegende Gegenstände angehoben erscheinen.

³ Anstelle des Laserpointers mit Glasrührstab kann auch eine Glühlampe mit Schlitzblende verwendet werden.