Delta Phi C
2019

UNIVERSITÄT SALZBURG
AG Didaktik der Physik

Freihandkoffer Physik 2019

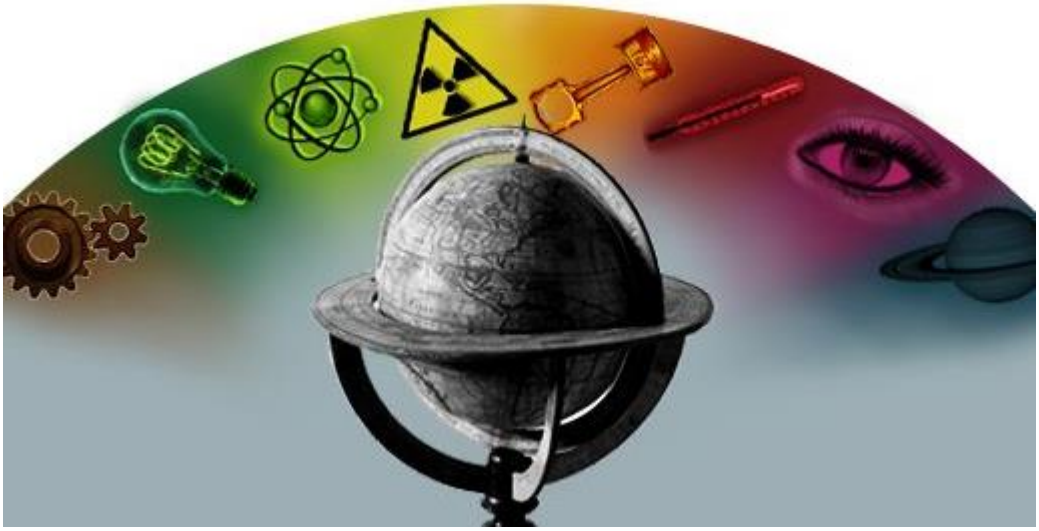
Alexander Strahl, Augustinus Asenbaum, Verena Auer & Marie-Christin Fritz (Hg.)

erstellt im Schulversuchspraktikum im

Sommersemester 2019

unter Mitarbeit von:

Rexhep Buja, Bernhard Glöckler, Constanze Greger, Arlind Limani, Magdalena Mayrhofer, Julian Penz, Franz Pramendorfer, Sandra Riegler, Gerhard Stadler, Valentin Stiegler, Peter Strasser



Strahl, A.; Asenbaum, A. & Auer, V. & Fritz, M.-C. (HG.) (2019) Freihandkoffer Physik 2019. Delta Phi C

Vorwort

Dies ist der vierte Freihandkoffer, der durch Studierende entworfen, erstellt und für alle „gepackt“ wurde. Die Idee, einen Koffer mit Freihandversuchen selber zu entwickeln, kam durch das Internet. Auf der Seite www.tentschert.net befindet sich ein Freihandkoffer für Physik zum Nachbauen. Er wurde von Wilhelm Picher, Haimo Tentschert und Fabian Kren entwickelt. Auf einer Fortbildung der DPG 2015 und 2017 zu Physikshows und Freihandversuchen wurden Teile des Koffers von Haimo Tentschert vorgestellt. Er konnte alle Anwesenden begeistern.

Daraufhin kamen die Überlegungen auf, zusammen mit den Studierenden im Schulversuchspraktikum einen Freihandkoffer für Physik zu entwickeln und zu bauen. Dies wurde mit großer Begeisterung aufgenommen und im Sommersemester 2019 durchgeführt.

Wir möchten uns bei der Wirtschaftsabteilung für die Unterstützung bedanken. Außerdem möchten wir unseren Dank an die Studierenden aussprechen. Sie haben alle Versuche selber ausprobiert, zusammengestellt, beschrieben und illustriert.

Inhalt

1 Das gefangene Wasser im Glas M ... 5

2 Die Leonardo Brücke M ... 6

3 Der Bernoulli Effekt M ... 8

4 Den Luftwiderstand überlisten M ... 10

5 Ein menschlicher Kreisel M ... 12

6 Wellenerzeugung mit einem Slinky M ... 14

7 Das fallende Slinky M ... 15

8 Der schwebende Hammer M ... 16

9 Die eigene Reaktionszeit messen M ... 17

10 Die folgsame Rolle M ... 18

11 Eine Kerze als Wippe M ... 19

12 Die standhafte Münze M ... 20

13 Ein Fahrzeug mit Rückstoßantrieb M ... 22

14 Der Wasservulkan T ... 23

15 Die Strumpfhose als Beugungsgitter O ... 25

16 Seifenlamellen und Interferenz O ... 26

17 Farbzerlegung: Papierchromatographie O ... 27

18 Diffuse Reflexion O ... 28

19 Totale Reflexion O ... 29

20 Hologramm O ... 30

21 Beugung am Haar O ... 31

22 Unsichtbare Kugeln O ... 32

23 3D Illusion durch Papiermodell O ... 33

24 Einfallswinkel = Austrittswinkel O ... 34

25 Halbdurchlässiger Spiegel O ... 35

26 Brechung vom Lot O ... 36

27 Brechung vom Lot 2 O ... 37

28 Lichtleitung O ... 38

29 Die Trennung von Salz und Pfeffer E 39
30 Die rollende Dose E 40
31 Ein freudiger Alustreifen E 41
32 Der schwimmende Kompass E 42
33 Der Induktionsmotor E 43
34 Ein sehr kleiner Elektromotor E 44
35 Gleichstrommotor E 45
36 Der schwebende Eiswürfel T 46
37 Wasser auf Papier kochen T 47
38 Der unzerstörbare Luftballon T 48
39 Der schüchterne Luftballon T 49
40 Die sich windende Windspirale T 50
41 Tee kochen T 51
42 Lang, länger, Thermodynamik T 52
43 Eine Dose auf dem Weg zur Bikinifigur T 53
44 Auf Biegen und Brechen T 54
45 Der Dichter auf dem Meeresgrund T 55
46 Rakete T 56
47 Die verborgene Münze T 57
48 Schwerpunkt Experiment M 58
49 Klappernde Löffel T 59
50 Untergang einer Büroklammer E 60
51 Schiff und Kugel E 61
52 Münzventil T 62
53 Biegsamer Streifen T 63

1 Das gefangene Wasser im Glas M

Kurzbeschreibung des Versuchs

Eine Karte wird durch den Luftdruck auf ein umgedrehtes, mit Wasser gefülltes Glas gedrückt.

Material

- Glas
- Spielkarte
- Wasser

Aufbau/Durchführung

Das Glas wird randvoll mit Wasser gefüllt und eine Spielkarte daraufgelegt. Dreht man nun das Glas mit der Karte vorsichtig um, so bleibt die Karte auf dem und das Wasser im Glas.

Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Es soll möglichst keine Luft im Wasserglas eingeschlossen werden, damit der Versuch gelingt, da ansonsten auch im Glas der Umgebungsluftdruck herrscht.

Physikalischer Hintergrund

Der Luftdruck (~ 1 bar) aus der Umgebung, der von unten nach oben auf die Karte drückt, ist stärker als der durch das Wasser erzeugte Schweredruck von oben ($p = \rho \cdot g \cdot h$). Daher wird die Karte zum Glas gedrückt und fällt nicht herunter.

Quelle

Bibliographisches Institut GmbH (2010): Lernhelfer. Luftdruck. Online verfügbar unter: https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/physik/artikel/luftdruck. Zuletzt geprüft am 21.06.2019.

2 Die Leonardo Brücke M

Kurzbeschreibung des Versuchs

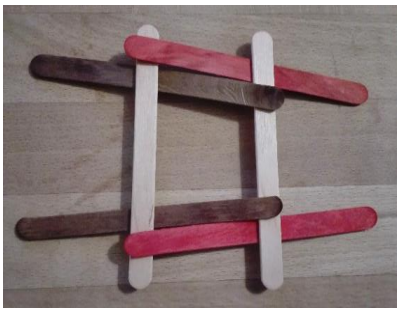
Eine Leonardo Brücke wird mit Eisstäbchen gebaut.

Material

- Mind. 15 Eisstäbchen

Aufbau/Durchführung

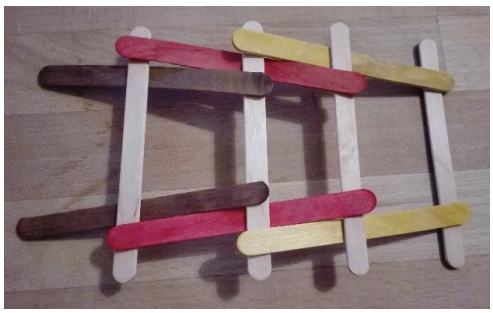
Zuerst werden vier Eisstäbchen wie im ersten Bild übereinandergelegt.



Nun hebt man die Brücke mit dem rechten hellen Stäbchen hoch und schiebt oben und unten zwei weitere Stäbchen (im Bild rot) in die Brücke, die über dem ersten und unter dem zweiten hellen Stäbchen platziert werden.

Unter das rechte Ende der Brücke kommt nun wieder ein helles Stäbchen.

Nun kann nach diesem Prinzip immer weiter gebaut werden: Rechtes Stäbchen aufheben, oben und unten zwei neue Stäbchen hineinschieben, rechts ein neues Stäbchen unterlegen, aufheben, oben und unten zwei neue Stäbchen usw.



Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Wenn man die Eisstäbchen vorher nass macht, erhöht sich die Reibung zwischen den Stäbchen. Das erleichtert den Bau der Brücke um einiges.
- Dadurch kann man auch zwei Versuche hintereinander machen: einmal im trockenen und einmal im nassen Zustand. Danach sollen die Schüler herausfinden und versuchen zu erklären, warum die nasse Brücke so viel besser hält.

Physikalischer Hintergrund

Die Bauteile der Leonardo Brücke stützen sich gegenseitig und die Reibung zwischen den einzelnen Brückengliedern bewirkt, dass die Leonardo Brücke ganz ohne Nägel, Seile o.ä. zusammenhält. Erhöht man die Reibung zwischen den Bauteilen, so hält auch die Brücke besser.

Quelle

FNR (2014): Historisches Experiment: Baue eine Leonardo-Brücke. https://www.science.lu/de/historisches-experiment/baue-eine-leonardo-bruecke. Zuletzt aktualisiert am 27.06.2019. Zuletzt geprüft am 16.06.2019.

3 Der Bernoulli Effekt M

Kurzbeschreibung des Versuchs

Der Bernoulli Effekt wird mit einem bzw. zwei Blättern Papier gezeigt.

Material

- Zwei Blatt Papier

Aufbau/Durchführung

Das Blatt wird vor den Mund gehalten und hängt nach unten weg.

Bläst man nun kräftig entlang der Oberseite des Blattes, so hebt sich das Blatt nach oben, da auf der Oberseite durch die Geschwindigkeit der Luft ein Unterdruck entsteht.

Analog dazu kann der Versuch auch mit zwei Blättern durchgeführt werden:

Bläst man zwischen zwei nach unten hängende Blätter hinein, so bewegen diese sich (anders als vielleicht intuitiv gedacht) aufeinander zu, da die Geschwindigkeit der Luft einen Unterdruck gegenüber der stillstehenden Umgebungsluft erzeugt.

Physikalischer Hintergrund

$$p + \rho \cdot g \cdot h + \frac{1}{2}\rho \cdot v^2 = konst.$$

Diese Gleichung ist die Bernoulli Gleichung. Sie besagt, dass die Summe aus dem statischen Druck, dem Schweredruck und dem Staudruck für eine reibungsfreie Strömung konstant ist (Energieerhaltung).

In unserem Falle kann man den Schweredruck ($\rho \cdot g \cdot h$) außer Acht lassen und es ergibt sich:

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho \cdot {v_1}^2 = p_2 + \frac{1}{2}\rho \cdot {v_2}^2$$

Ist v_1 an der Oberseite des Blatts (bzw. zwischen den zwei Blättern) größer als v_2 an der Unterseite (bzw. außerhalb der zwei Blätter), so muss p_1 kleiner als p_2 sein, damit die Gleichung stimmt.

Somit entsteht bei einer positiven Geschwindigkeitsdifferenz immer eine negative Druckdifferenz.

4 Den Luftwiderstand überlisten M

Kurzbeschreibung des Versuchs

Überwindung des Luftwiderstandes

Material

- Freihandkoffer-Mappe
- Blatt Papier

Aufbau/Durchführung

1) Die Freihandkoffer-Mappe und ein Blatt Papier werden nebeneinander aus gleicher Höhe fallen gelassen. Das Blatt Papier wird langsamer fallen als die Mappe.

2) Nun wird das Blatt Papier auf die Freihandkoffer-Mappe gelegt und beides miteinander fallen gelassen. Beide Objekte werden gleich schnell fallen.

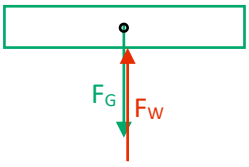
Tipps und Tricks, Anmerkungen

Um am Ende des Versuches definitiv zu zeigen, dass leichtere Gegenstände nicht zwangsläufig langsamer fallen als schwere, sondern dies außerhalb des Vakuums vom Luftwiderstand abhängt, kann man das Blatt Papier zusammengeknüllt neben der Freihandkoffer Mappe fallen lassen. Nun lässt sich feststellen, dass beide in etwa gleich schnell fallen, weil sich die Luftwiderstandskraft auf das Blatt Papier durch das Verkleinern der Querschnittsfläche auch enorm verkleinert hat.

Physikalischer Hintergrund

Auf einen fallenden Gegenstand außerhalb des Vakuums wirken immer die Gewichtskraft F_G nach unten und die Luftwiderstandskraft F_W nach oben.

Die Luftwiderstandskraft lässt sich nach der folgenden Formel berechnen:



$$F_W = \frac{1}{2} \cdot c_W \cdot A \cdot \rho \cdot v^2$$

c_W … $Luftwiderstandsbeiwert, kann$ $überschlagsmäßig$ mit 1 $angegeben$ $werden$
A … $Querschnittsfläche$
ρ … $Luftdichte$
v … $Fallgeschwindigkeit$

Bei dem einzelnen Blatt Papier wird sich schon kurz nach dem Start ein Gleichgewicht zwischen der Gewichtskraft F_G und der Luftwiderstandskraft F_w einstellen. Daher kann die Geschwindigkeit wie folgt berechnet werden:

$$F_W = F_G$$

$$\frac{1}{2} \cdot c_W \cdot A \cdot \rho \cdot v^2 = m \cdot g$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot m}{c_W \cdot A \cdot \rho}}$$

Im ersten Teil des Versuchs fällt jeder Gegenstand allein. Beide Gegenstände haben die gleiche Querschnittsfläche und es herrscht jeweils eine Luftwiderstandskraft, die auf sie wirkt. Daher ist die Fallgeschwindigkeit ausschließlich von der Masse der Gegenstände abhängig und es gilt tatsächlich die verpönte Aussage „Schwere Gegenstände fallen schneller."

(*ACHTUNG: Diese Aussage ist nur dann zulässig, wenn unter der Wurzel zur Berechnung der Geschwindigkeit alle anderen Werte– also Beschleunigung, Luftwiderstandsbeiwert, Querschnittsfläche und Dichte des Mediums – gleich sind!*)

Im zweiten Teil des Versuchs wirkt auf das obenliegende Blatt Papier keine Luftwiderstandskraft von unten – es fliegt im Windschatten der Mappe. Daher fallen beide Gegenstände gleich schnell.

Quelle

Apolin, M. (2015): Big Bang. Physik 5 RG. Wien: Österreichischer Bundesverlag. 1. Auflage. S.60.

5 Ein menschlicher Kreisel M

Kurzbeschreibung des Versuchs

Bei diesem Versuch kann die Zentripetalkraft veranschaulicht werden. Die Personen drehen sich gemeinsam im Kreis. Schon nach kurzer Zeit reicht die Geschwindigkeit aus, um die zwei äußeren Personen vom Boden abheben zu lassen.

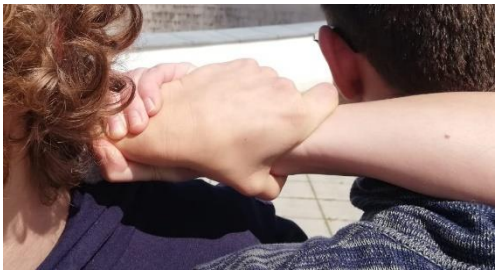
Material

- 4 Personen

Aufbau/Durchführung

Die vier Personen stellen sich, wie in Abbildung 1 (links oben) dargestellt, nebeneinander auf: Je zwei Personen blicken in eine Richtung. Die Inneren umfassen sich an der Hüfte und die Äußeren verschränken die Arme auf den Schultern der Inneren. Auf das Kommando einer Person beginnen die vier gleichzeitig loszugehen, wobei die äußeren Personen etwas schneller gehen müssen. Nach kurzer Zeit werden die Äußeren vom Boden abheben (siehe Abbildung 2, oben rechts).

Tipps und Tricks, Anmerkungen



- Auf die richtige Handhaltung der beiden äußeren Personen muss unbedingt geachtet werden (siehe Bild rechts), damit die Verletzungsgefahr minimiert wird.
- Optimalerweise stehen in der Mitte zwei größere (in etwa gleich große) und außen zwei kleinere Personen.
- Vor Start des Experiments sollte ein Stopp-Signal vereinbart werden (z.B. lautes „Halt“-Rufen). Beim Rufen des Signals müssen die beiden mittleren Personen umgehend stehen bleiben.

Physikalischer Hintergrund

Das erste Newtonsche Gesetz besagt, dass ein Körper so lange in Ruhe verharrt oder in gleichförmiger Bewegung bleibt, bis ihn eine äußere Kraft zu einer Änderung seines Zustandes zwingt. Auf das Experiment übertragen bedeutet das, dass die beiden äußeren Personen sich nur deshalb in einer Kreisbahn bewegen und nicht tangential „davonfliegen“, weil sie eine Kraft dazu zwingt – die Zentripetalkraft.

Die Formel für die Zentripetalkraft lautet: $F_{Zp} = \frac{m \cdot v^2}{r}$. Sie zeigt in Richtung Kreismittelpunkt und ist die Kraft, die zu Beginn an den Schuhsohlen als Reibungskraft wirkt. Erhöht sich die Geschwindigkeit v so steigt die Zentripetalkraft mit dem Quadrat an. Schon nach kurzer Zeit ist daher die geforderte F_{ZP} für die äußeren Personen so groß, dass die maximale Reibungskraft der Schuhsohlen überschritten wird und sie vom Boden abheben. Nun wirkt die resultierende Kraft aus Zentripetal- und Gewichtskraft der beiden äußeren Personen an ihren Händen und Armen. Sie können diese Kraft auch deutlich als ein Ziehen an den Armen spüren.

Die inneren Personen können währenddessen relativ gemütlich weiter im Kreis gehen, da ihre Geschwindigkeit durch den kleinen Abstand zur Drehachse gering ist.

Quelle

Apolin, M. (2015): Big Bang. Physik 5 RG. Wien: Österreichischer Bundesverlag. 1. Auflage.

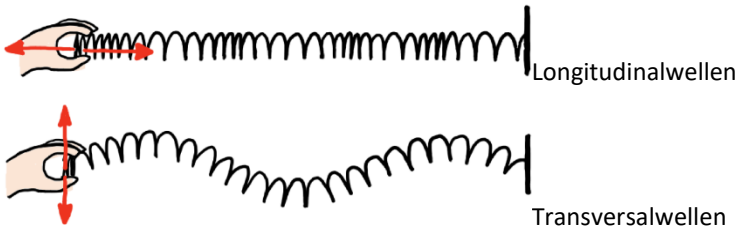
6 Wellenerzeugung mit einem Slinky M

Kurzbeschreibung des Versuchs

An einem Slinky können zur Einführung in die Wellenmechanik Longitudinal- und Transversalwellen gezeigt werden, sowie ihre verschiedenen Reflexionen.

Material

- Slinky



Aufbau/Durchführung

Durch Stöße in Federrichtung können Longitudinalwellen gezeigt werden.

Durch periodische Querbewegungen zur Federrichtung können Transversalwellen gezeigt werden.

Tipps und Tricks, Anmerkungen

Am einfachsten funktioniert die Wellenerzeugung, wenn man das Slinky am Boden bzw. Tisch liegen hat und horizontale Bewegungen macht. So kann das Slinky zwischen den beiden Enden nicht durch die eigene Masse durchhängen.

Vor allem das Zeigen von Longitudinalwellen ist für Schülerinnen und Schüler oft eine große Hilfe, da diese ohne Veranschaulichung nur schwer vorstellbar sind.

Quelle

Henderson (o.J.): The Physics Classroom. *Waves and Wavelike Motion.* Online verfügbar unter: https://www.physicsclassroom.com/class/waves/Lesson-1/Waves-and-Wavelike-Motion.

Zuletzt geprüft am 20.06.19.

7 Das fallende Slinky M

Kurzbeschreibung des Versuchs

Beobachtung einer fallenden Feder

Material

- Slinky
- Trittleiter (KEIN Drehstuhl!)
- Evtl. Kamera mit Zeitlupenfunktion

Aufbau/Durchführung

Das Slinky wird von etwa 2,5m Höhe fallen gelassen. Wie in den Bildern oben zu sehen, kann man beobachten, dass der untere Punkt des Slinkys so lange still in der Luft stehen bleibt, bis sich die gesamte Feder zusammengezogen hat. Erst dann bewegt sich auch das untere Ende des Slinkys zu Boden.

Physikalischer Hintergrund

Hebt man das Slinky nach oben, so spannt man die Feder dadurch. Somit setzt sich die Energie vor dem Fallenlassen aus der potentiellen Energie und der Federenergie zusammen.

Lässt man das Slinky los, so wandeln sich diese beiden Energieformen in Bewegungsenergie um. Die Feder zieht sich zum einen von oben und unten zum Massenmittelpunkt hin zusammen, während sich gleichzeitig der Massenmittelpunkt der Feder mit der Erdbeschleunigung nach unten bewegt. Diese beiden Bewegungen finden überlagert statt und erzeugen dadurch den beobachteten Effekt.

Tipps und Tricks, Anmerkungen

Sehr effektvoll ist es, den Versuch mit einer Zeitlupenkamera zu filmen und anschließend das Video gemeinsam anzusehen.

Quelle

Hoffmann (2019): Experimentis: Physik für alle. Fallender Treppenläufer. Online verfügbar unter: https://www.experimentis.de/experimente-versuche/mechanik/treppenlaufer-slinky-metallspirale-schwerkraft/. Zuletzt geprüft am 11.06.2019. Ingelsheim.

8 Der schwebende Hammer M

Kurzbeschreibung des Versuchs

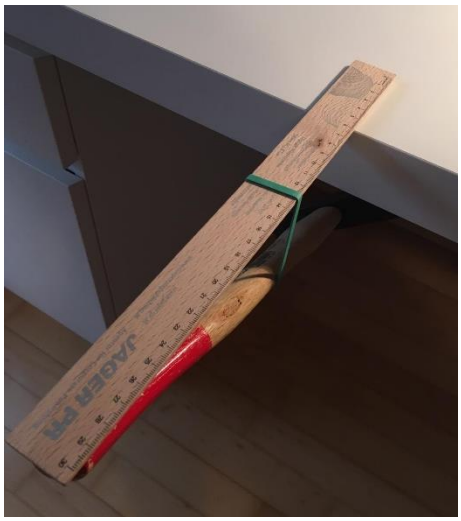
Mithilfe eines Lineals und eines Gummibandes wirkt es fast als würde der Hammer unter der Tischkante schweben. Möglich ist die Konstellation aufgrund der Lage des Körperschwerpunkts.

Material

- Hammer
- Dickeres Gummiband
- Lineal (min. 30 cm)

Aufbau/Durchführung

Über ein Ende des Lineals wird das Gummiband gezogen und anschließend wird das Lineal an eine Tischkante gelegt. Der Hammer wird mit dem Stiel durch das Gummiband geschoben und am Lineal-Ende angelegt. Durch Ausprobieren muss nun der Körperschwerpunkt des Gebildes an der Tischkante gefunden werden (siehe Abbildung).



Tipps und Tricks, Anmerkungen

Einmal montiert, kann die ganze Konstellation bis kurz vor den Kipppunkt verschoben werden, wodurch der Aufbau noch spektakulärer aussieht.

Physikalischer Hintergrund

Der Körperschwerpunkt (KSP) ist ein gedachter Punkt, in dem sich die gesamte Masse eines Gegenstandes konzentriert. Im Falle des schwebenden Hammers muss sich der gemeinsame KSP der Objekte über dem Tisch befinden, damit die Konstellation nicht wegrutscht. Das Lineal kann maximal soweit über die Tischkante geschoben werden, bis der gemeinsame KSP aller Objekte sich genau über der Kante befindet.

Quelle

Hoffmann (2019): Experimentis: Physik für alle. Balancierender Hammer. Online verfügbar unter: https://www.experimentis.de/experimente-versuche/mechanik/balancierende-hammer-schwerpunkt/. Zuletzt geprüft am 11.06.2019. Ingelsheim.

9 Die eigene Reaktionszeit messen M

Kurzbeschreibung des Versuchs

Die eigene Reaktionszeit kann nur durch das Fangen eines Lineals gemessen und errechnet werden.

Material

- Lineal (min. 30 cm)
- 2. Person

Aufbau/Durchführung

Das Lineal wird von einer helfenden Person so gehalten, dass sich die 0 cm-Marke zwischen Daumen und Zeigefinger der zweiten Person in der Luft befindet. Ohne Vorwarnung lässt die erste Person das Lineal fallen. Je länger Person 2 zum Fangen benötigt, umso weiter fällt das Lineal nach unten. Der Wert am Lineal (= s), bei dem die Person dieses zu fangen bekommt, wird zur weiteren Berechnung verwendet.

Die Formel, um die Reaktionszeit aus dem Weg zu berechnen lautet:

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot s}{g}}$$

Dies ist eine Umformung der Formel für die Falltiefe s beim freien Fall:

$$s = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

s … Falltiefe (Weg) in m

g … Erdbeschleunigung in m/s^2

t … Zeit in s

Tipps und Tricks, Anmerkungen

Der Arm kann auf einem Tisch abgelegt werden, wodurch ein Ausweichen nach unten verhindert wird.

Physikalischer Hintergrund

Aus der Formel geht hervor, dass die Falltiefe mit dem Quadrat der Zeit anwächst. Dies lässt sich aus der Formel für den Weg ableiten. Das ½ kommt daher, dass es sich bei s um die Fallhöhe handelt: s ist die Fläche unter der v-t-Kurve, die beim freien Fall auf der Erde ein Dreieck ergibt:

$$s = \frac{\Delta v \cdot t}{2} = \frac{\Delta(a \cdot t) \cdot t}{2} = \frac{\Delta a}{2} \cdot t^2$$

Für die Beschleunigung *a* wird auf der Erde die Erdbeschleunigung $g = 9{,}81\, m/s^2$ eingesetzt.

Quellen

Apolin, M. (2015): Big Bang. Physik 5 RG. Wien: Österreichischer Bundesverlag. 1. Auflage. S. 55

Gradwohl, A.V. (2005): Diplomarbeit: Physikalische Freihandexperimente zur Punktmechanik. Graz: Technische Universität Graz.

10 Die folgsame Rolle M

Kurzbeschreibung des Versuchs

Die Drehrichtung einer Garnrolle ändert sich mit dem Winkel, mit dem am Faden gezogen wird.

Material

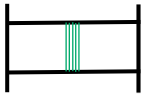
- Garnrolle

Aufbau/Durchführung

Zieht man in einem steilen Winkel an dem Faden der Garnrolle, so dreht sich die Garnrolle weg. Zieht man hingegen in einem flachen Winkel an dem Faden, so rollt die Garnrolle in Zugrichtung.

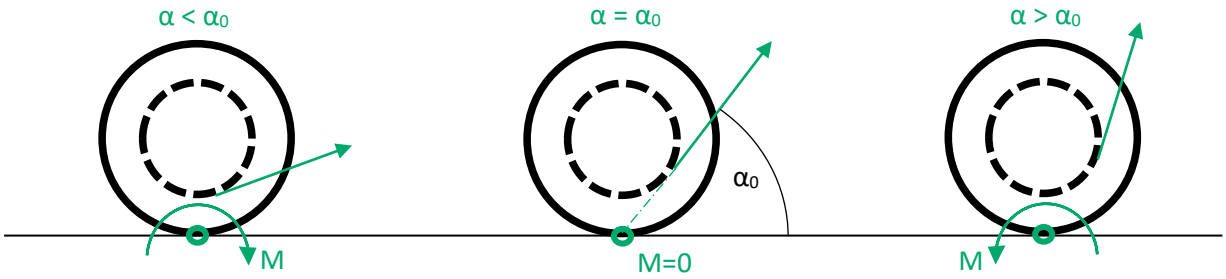
Tipps und Tricks, Anmerkungen

Der Faden sollte einige Umdrehungen lang exakt in der Mitte der Rolle aufgerollt werden, da sich die Rolle ansonsten verdreht.



Physikalischer Hintergrund

Die Drehrichtung der Rolle hängt von dem Moment ab, das auf den Drehpunkt erzeugt wird. Anders als vielleicht gedacht, liegt der Drehpunkt der Rolle allerdings nicht in ihrem Mittelpunkt, sondern immer genau dort, wo die Rolle am Tisch aufliegt. Daher ergeben sich die folgenden drei Fälle:



Quelle

Schowalter, C. (2012): Physikalische Experimente und Freihandversuche. Mechanik. Online verfügbar unter: http://www.ikg.rt.bw.schule.de/fh/schowalter/physik/experimente/mechanik.htm. Zuletzt aktualisiert am 22.12.2012. Zuletzt geprüft am 17.06.2019.

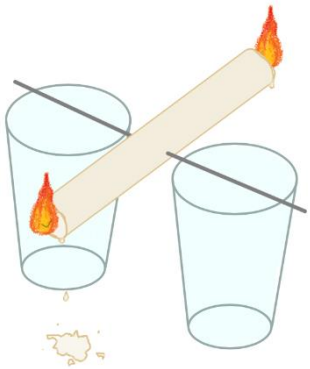
11 Eine Kerze als Wippe M

Kurzbeschreibung des Versuchs

Bau einer Kerzenwippe, um den Schwerpunkt bzw. das Aufsteigen von Wärme zu zeigen.

Material

- zwei gleich hohe Gläser
- lange, schmale Kerze
- lange Nadel
- Feuerzeug
- Zeitungspapier o.ä. als Unterlage

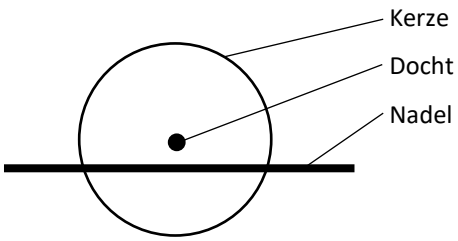


Aufbau/Durchführung

Eine lange Nadel wird mit dem Feuerzeug an einer Seite erhitzt und mittig durch eine lange, schmale Kerze gesteckt. Nun wird die Kerze mit der Nadel als Drehachse auf zwei gleichhohe Gläser gelegt und an beiden Seiten angezündet. Sie beginnt, hin und her zu wippen.

Tipps und Tricks, Anmerkungen

Meist wird man mit der Nadel nicht ganz in der Mitte des Kerzenquerschnittes treffen. Dann ist es wichtig, die schwerere Seite der Kerze als Oberseite zu nehmen, da die Lage der Kerze so instabiler ist und sie leichter wippt.



Physikalischer Hintergrund

Dadurch, dass die Wärme der Flamme senkrecht nach oben steigt, wird immer die tiefere (und gerade schwerere) Seite der Kerze schneller abbrennen. Dies führt dazu, dass diese Seite durch das schnelle Abtropfen des Wachses leichter wird und somit der Schwerpunkt der Kerze über den Drehpunkt an der Nadel hinaus wandert. Dadurch erzeugt die Gewichtskraft der Kerze ein Drehmoment, das die andere Seite der Kerze nach unten sinken lässt. Nun wird diese Seite schneller abbrennen, der Schwerpunkt wandert wieder über die Drehachse hinaus, ein entgegengesetztes Drehmoment entsteht und die Kerze wippt wieder in die andere Richtung. Dieser Vorgang wiederholt sich nun ständig.

Quelle

Schowalter, C. (2012): Physikalische Experimente und Freihandversuche. Mechanik. Online verfügbar unter: http://www.ikg.rt.bw.schule.de/fh/schowalter/physik/experimente/mechanik.htm. Zuletzt aktualisiert am 22.12.2012. Zuletzt geprüft am 17.06.2019.

12 Die standhafte Münze M

Kurzbeschreibung des Versuchs

Eine Spielkarte wird vom Finger oder von einem Glas geschnipst. Die darauf liegende Münze bleibt aber aufgrund der Trägheit auf dem Finger liegen bzw. fällt ins Glas, anstatt mit der Karte wegzufliegen.

Material

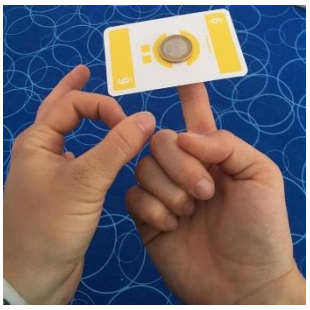
- Münze
- Spielkarte
- Glas
- Optional: Smartphone mit Slow-Motion Videofunktion

Aufbau/Durchführung

Variante 1: Die Spielkarte auf dem Zeigefinger oder dem Mittelfinger ausbalancieren, so dass sie quer zum Fingerknochen steht. Die Münze nun über dem Körperschwerpunkt der Spielkarte und dem darunterliegenden Finger legen (Bild rechts oben). Schnipst man die Karte schnell weg, so bleibt die Münze auf dem Finger liegen.

Variante 2: Die Spielkarte auf eine Glasöffnung legen und die Münze darauf mittig platzieren (Bild rechts). Schnipst man die Karte weg, fällt die Münze in das Glas und wird nicht mit der Karte weggeschossen.

Tipps und Tricks, Anmerkungen



- Die Karte entschlossen und in einem Zug vom Finger schnipsen.
- Die Spielkarte seitlich anschnipsen (wie in der Abbildung rechts), um keine Beschleunigung nach oben (Münze würde mitbeschleunigt) zu erzeugen.
- Schwitzige Finger vermeiden, da sonst die Karte am Finger kleben bleibt.
- Bevor man den Versuch vorführt, sollte man in Ruhe üben, bis man den optimalen „Schnips-Winkel“ herausgefunden hat, bei dem der Versuch (fast) immer glückt.
- Die sichere Version, die tatsächlich immer funktioniert, ist Variante 2.
- Hat man ein Smartphone mit einer Slow Motion Kamera zur Verfügung, kann der Versuch nochmals sehr anschaulich verdeutlicht werden.

Physikalischer Hintergrund

Der Trägheitssatz von Newton besagt, dass ein Körper, auf den keine äußeren Kräfte wirken, seinen Bewegungszustand beibehält. Die Spielkarte wird von außen (durch den Schnipser) beschleunigt, woraufhin sich ihr Zustand ändert. Die Münze, die nicht beschleunigt wird, ist träge und bleibt an Ort und Stelle. In Variante 1 bleibt sie daher am Finger und in Variante 2 fällt sie aufgrund der Schwerkraft senkrecht nach unten ins Glas.

Quelle

Oberndorfer, G. (1991): Das springende Ei und andere Experimente für die fünf Sinne. Bern: Zytglogge.

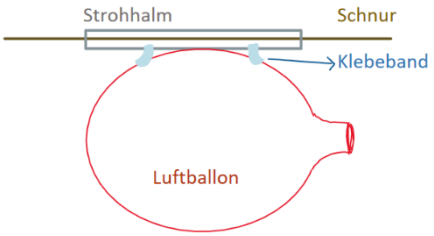
13 Ein Fahrzeug mit Rückstoßantrieb M

Kurzbeschreibung des Versuchs

Der Impulserhaltungssatz kann mithilfe des Luftballon-Fahrzeugs anschaulich gezeigt werden. Das Gefährt ist an einer Schnur montiert. Wird der aufgeblasene Luftballon losgelassen, saust das „Fahrzeug“ entlang der Schnur durch den Raum.

Material

- Mehrere Meter lange Schnur
- Luftballon
- Strohhalm
- Klebeband



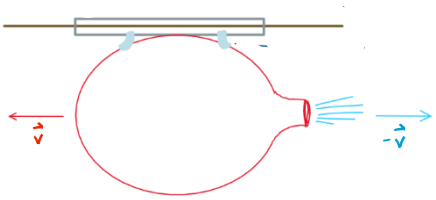
Aufbau/Durchführung

Der Luftballon wird mithilfe von Klebeband am Strohhalm, durch den eine Schnur gefädelt wird, befestigt. Die Schnur wird durch den Raum gespannt. Das Fahrzeug befindet sich an einem Schnurende, wobei sich die Öffnung des Luftballons hinten befinden muss. Der aufgeblasene Luftballon wird losgelassen, woraufhin sich das Fahrzeug entlang der Schnur bewegt.

Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Mit dem Klebeband muss nicht gespart werden, da sich der Luftballon sehr schnell entleert und die Befestigung ansonsten nicht hält.
- Das Ankleben geht leichter, wenn der Luftballon zuvor aufgeblasen wird und eine zweite Person beim Montieren hilft.

Physikalischer Hintergrund



Der Impulserhaltungssatz besagt, dass die Summe der Impulse in einem abgeschlossenen System immer erhalten bleiben muss. Da der Impuls $p = m \cdot \vec{v}$ des Fahrzeugs zu Beginn null ist, muss die Summe der Impulse während des Rückstoßes auch 0 bleiben. Daher bewegt sich das Gefährt nach vorne, wenn hinten Luft ausgelassen wird. Der Gesamtschwerpunkt des Systems bleibt dabei in Ruhe.

Quellen

Apolin, M. (2015): Big Bang. Physik 5 RG. Wien: Österreichischer Bundesverlag. 1. Auflage.

Schowalter, C. (2012): Physikalische Experimente und Freihandversuche. Mechanik. Online verfügbar unter: http://www.ikg.rt.bw.schule.de/fh/schowalter/physik/experimente/mechanik.htm. Zuletzt aktualisiert am 22.12.2012. Zuletzt geprüft am 17.06.2019.

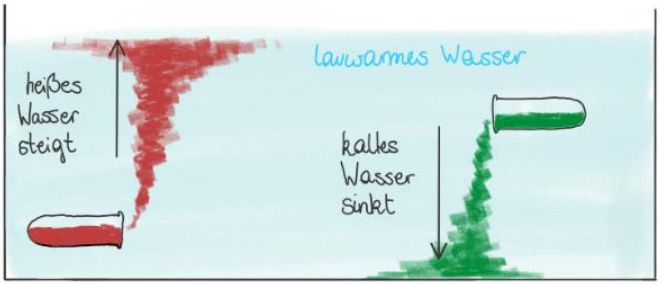
14 Der Wasservulkan T

Kurzbeschreibung des Versuchs

In eine mit Wasser gefüllte Wanne wird heißes sowie kaltes Wasser (eingefärbt) geleert. Aufgrund der veränderten Dichteverhältnisse steigt das heiße Wasser auf und das kalte sinkt ab.

Material

- Durchsichtiger großer Behälter (Glas oder Kunststoff)
- 2 Reagenzgläser
- Lauwarmes, heißes (max. 60°C wegen Verbrennungsgefahr) und kaltes Wasser
- Eiswürfel (für das kalte Wasser)
- 2 verschiedenfarbige Tintenpatronen oder Wasserfarben



Aufbau/Durchführung

Der Behälter (Wanne oder ähnliches) wird mit lauwarmem Wasser gefüllt und separat je eine kleine Wassermenge erhitzt bzw. mithilfe von Eiswürfeln gekühlt. Das heiße und kalte Wasser wird in 2 Reagenzgläser gefüllt und jeweils mit einer andersfarbigen Tintenpatrone eingefärbt. Nun werden beide Gläser vorsichtig in das Becken gegeben und unter möglichst geringer Wellenerzeugung entleert.

Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Die Temperaturunterschiede müssen relativ groß sein, um ein gutes Ergebnis zu erzielen.
- Das Reagenzglas mit heißem Wasser wird am besten mit einem Sicherheitshandschuh gehalten.
- Das Wasser darf nicht zu sehr bewegt werden → Einführen der Reagenzgläser mit möglichst ruhiger Hand! Es kann auch eine Auflage verwendet werden.
- Darauf achten, dass die eigenen Hände nicht die Sicht verdecken.

Physikalischer Hintergrund

Bei Normaldruck (1,013 bar) hat Wasser in Abhängigkeit von der Temperatur folgende Dichte-Werte:

Temperatur des Wassers in °C	Dichte ρ in kg/m^3
0 (im festen Zustand = Eis)	918
4	999,97
10	999,70
25	997,04
40	992,21
60	983,19

Die Dichte des lauwarmen Wassers entspricht ungefähr dem Wert bei 25°C. Das Eiswasser ist deutlich kälter (ca. bei 10°C) und hat somit eine höhere Dichte, weshalb es absinkt. Im Gegensatz dazu hat das heiße Wasser eine geringere Dichte. Daher steigt es auf. Eine Besonderheit des Wassers ist, dass es bei 4°C die größte Dichte aufweist. Danach nimmt die Dichte (ungleich anderer Substanzen) wieder ab. Daher schwimmt Eis auch auf flüssigem Wasser und Fische überleben im Winter, weil das Wasser am Grund immer eine Temperatur von 4°C aufweist.

Quellen

Grimm, H. (2016): Dichtetabelle von Wasser. Online verfügbar unter: http://www.wissenschaft-technik-ethik.de/wasser_dichte.html. Zuletzt aktualisiert am 04.12.2016. Zuletzt geprüft am 17.06.2019. Clausthal-Zellerfeld.

Schantl, R. (2007): Freihandversuche zur Thermodynamik. Diplomarbeit. Graz: Naturwissenschaftlichen Fakultät der Karl-Franzens-Universität.

15 Die Strumpfhose als Beugungsgitter O

Kurzbeschreibung des Versuchs

Weißes Licht der Kerze wird an dem engmaschigen Netz einer Strumpfhose gebeugt.

Material

- Nylonstrumpfhose
- Kerze
- Feuerzeug

Aufbau/Durchführung

Die Kerze wird angezündet und auf den Tisch gestellt. Man zieht sich die Strumpfhose über den Kopf oder blickt einfach durch sie hindurch auf die Kerze.

Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Man muss sich die Strumpfhose nicht unbedingt über den Kopf ziehen. Es reicht auch, sie nahe ans Gesicht zu halten und etwas zu spannen.
- Es ist darauf zu achten, wie weit die Maschenweite ist. Strumpfhosen mit zu großen Maschen funktionieren nicht.

16 Seifenlamellen und Interferenz O

Kurzbeschreibung des Versuchs

Beim Durchgang von Licht durch eine Seifenhaut kommt es aufgrund unterschiedlichen Dicken der Haut zu unterschiedlicher Brechung und folglich zu Interferenz.

Material

- Seifenwasser
- Geschlossener Kupferdraht (d = ca. 3 cm)
- Lampe (z.B. LED vom Smartphone)
- Schirm oder weiße Wand

Aufbau/Durchführung

Der gebogene Kupferdraht wird in das Seifenwasser getaucht, als wollte man Seifenblasen pusten. Der Draht ist dann mit einer Lamelle überzogen. Nun leuchtet man leicht schräg auf die Seifenhaut.

Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Am besten funktioniert der Versuch natürlich mit einer weißen Lichtquelle. Eine LED liefert eher blaues Licht, weshalb das Interferenzmuster nicht so schön bunt wird.

Quelle

Auer, D. (2005). Physikalische Freihandversuche aus Optik. Diplomarbeit. Technische Universität Graz: Institut für Experimentalphysik.

17 Farbzerlegung: Papierchromatographie O

Kurzbeschreibung des Versuchs

Auftrennung von Filzstiftfarbe in ihre Farbkomponenten durch Papierchromatographie.

Material

- Feine Papierfilter/Löschpapier
- Ein Glas
- Filzstifte
- Schere
- Wasser

Aufbau/Durchführung

Das Filterpapier sollte möglichst rund ausgeschnitten werden. Danach wird ein Schnitt, wie auf dem Bild gezeigt, gemacht und ein dünner Papierstreifen als „Saugrohr“ bzw. Kapillare ausgeschnitten und hinunter geklappt. Danach wird mit einem Filzstift ein Kreis um den Mittelpunkt gezogen und das Blatt auf ein Wasserglas gelegt, sodass die Kapillare ins Wasser reicht.

Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Der Filzstift muss wasserlöslich sein (kein Permanentmarker)! Es reicht meist schon, einen kleinen Kreis aufzuzeichnen.

Quelle

Verändert nach Kremer, B., Bannwarth, H. (2018). Einführung in die Laborpraxis. Basiskompetenzen für Laborneulinge. Berlin: Springer-Verlag.

18 Diffuse Reflexion O

Kurzbeschreibung des Versuchs

Die Oberflächenstruktur von Papier führt zur Reflexion eines Laserstrahls in alle Raumrichtungen.

Material

- Laserpointer
- 2 Blatt Papier (weiß)
- Klebeband

Aufbau/Durchführung

Aus einem Blatt Papier wird ein Zylinder gerollt, der mit zwei Klebestreifen fixiert wird. Danach wird dieser Zylinder auf ein Blatt Papier gestellt. Der eigentliche Versuch besteht jetzt darin, den Laser in den Zylinder zu richten.

Tipps und Tricks, Anmerkungen

Der Versuch funktioniert am besten mit klassischem Druckerpapier.

Quelle

Auer, D. (2005). Physikalische Freihandversuche aus Optik. Diplomarbeit. Technische Universität Graz: Institut für Experimentalphysik.

19 Totale Reflexion O

Kurzbeschreibung des Versuchs

Durch die glatte Oberfläche des Spiegels wird ein Laserstrahl total reflektiert.

Material

- Spiegel
- Ein Blatt Papier (weiß)
- Klebeband
- Laserpointer

Aufbau/Durchführung

Aus einem Blatt Papier wird ein Zylinder gerollt und mit Klebeband fixiert. Danach wird der Zylinder auf einen Spiegel gestellt und der Laserpointer von oben in den Zylinder hinein auf den Spiegel gerichtet und der Blick auf die Decke gerichtet.

Tipps und Tricks, Anmerkungen

Achtung! Man darf auf keinen Fall von oben in den Zylinder sehen, wenn der Laser hinein gerichtet ist.

Dieser Versuch eignet sich sehr gut, um ihn in Kombination mit dem Versuch „Diffuse Reflexion“ durchzuführen.

Quelle

Auer, D. (2005). Physikalische Freihandversuche aus Optik. Diplomarbeit. Technische Universität Graz: Institut für Experimentalphysik.

20 Hologramm O

Kurzbeschreibung des Versuchs

Mit einem einfachen Kunststoffaufsatz für das Smartphone wird der Eindruck eines schwebenden Hologram-Bildes erzeugt.

Material

- Hologram-Aufsatz
- Smartphone mit YouTube

Aufbau/Durchführung

Auf YouTube wird ein beliebiges Video, welches unter dem Suchbegriff „Hologram“ zu finden und viergeteilt ist, ausgewählt.

Der Aufsatz wird in die Mitte der vier Bilder gestellt. Um das schwebende, dreidimensionale Bild zu sehen, muss man frontal auf eine Seitenfläche des Aufsatzes sehen.

Tipps und Tricks, Anmerkungen

Sehr gut funktioniert der Versuch in einem abgedunkelten Raum.

Übrigens handelt es sich bei diesem Versuch nicht um ein echtes Hologramm im physikalischen Sinn, sondern um eine Reflexion an einem halbdurchlässigen Spiegel.

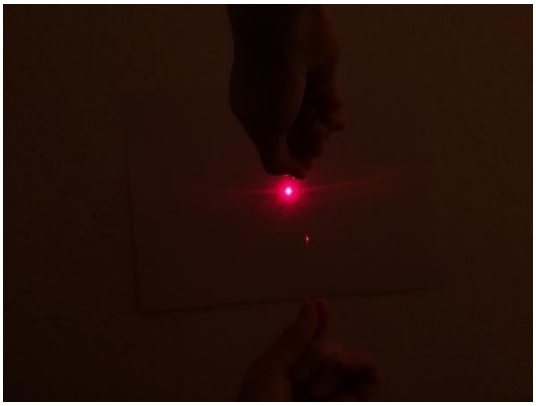
21 Beugung am Haar O

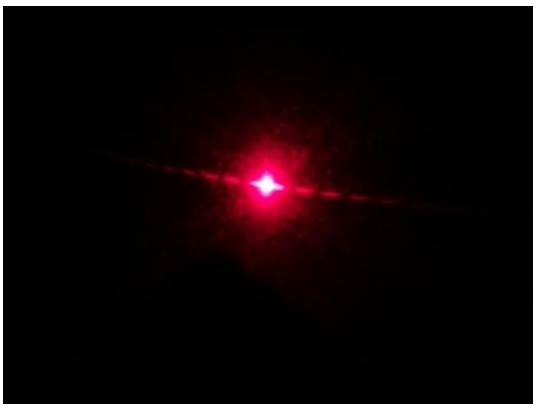
Kurzbeschreibung des Versuchs

Beugung eines Laserstrahls an einem Haar.

Material

- 2 Personen
- Laserpointer
- Ein Haar
- Weiße Wand





Aufbau/Durchführung

Ein Experimentator hält ein Haar mit mindestens 4 cm Länge und spannt es mit beiden Händen vor einer weißen Wand. Der andere Experimentator dreht das Licht ab. Danach zielt er mit dem Laserpointer auf das Haar. Der Blick ist nun auf das Interferenzmuster auf der Wand zu richten.

Tipps und Tricks, Anmerkungen

Experimentator 1 darf auf keinen Fall in Richtung des Lasers sehen!

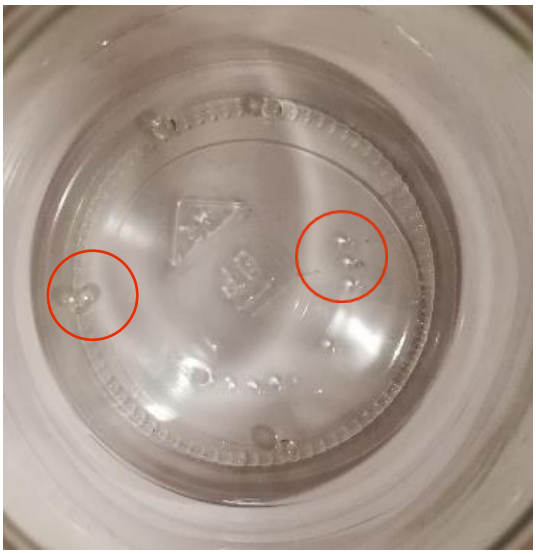
22 Unsichtbare Kugeln O

Kurzbeschreibung des Versuchs

Silicakugeln werden in klarem Wasser „unsichtbar“ gemacht, da sie sehr viel Wasser absorbieren und einen sehr ähnlichen Brechungsindex wie Wasser erhalten.

Material

- Klare Silicakugeln
- Ein Glas mit Wasser



Aufbau/Durchführung

Die trockenen Silicakugeln werden in ein Glas mit Wasser gegeben und einige Stunden gequellt. Wenn die Kugeln groß genug sind, werden sie klarsichtig werden und verschwinden im Wasser.

Tipps und Tricks, Anmerkungen

Der Versuch gelingt am besten mit ganz klaren Kugeln in destilliertem Wasser. Die Kugeln können getrocknet und einige Male verwendet werden.

23 3D Illusion durch Papiermodell O

Kurzbeschreibung des Versuchs

Über ein gebasteltes Papiermodell kann eine dreidimensionale Illusion hergestellt werden.

Material

- Papiermodell aus dem Koffer

Aufbau/Durchführung

Das Papiermodell wird nach Anleitung zusammengebaut und auf einem Tisch platziert. Die Illusion entsteht, wenn man auf Höhe des Modells rund um den Tisch geht und dabei den Kopf des Modells mit beiden Augen fixiert.

Tipps und Tricks, Anmerkungen

Die Modelle sind im Internet unter dem Suchbegriff „3d illusion dragon“ zu finden.

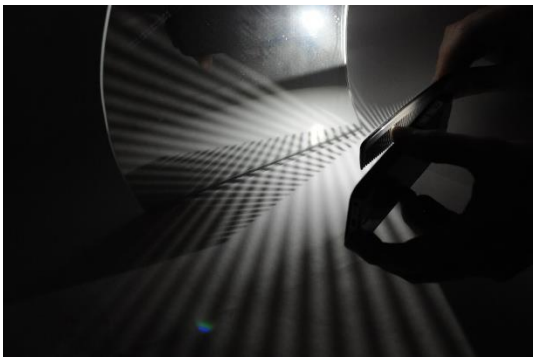
24 Einfallswinkel = Austrittswinkel O

Kurzbeschreibung des Versuchs

Mit Hilfe eines Haarkamms werden Einfallswinkel und Austrittswinkel eines an einem Spiegel reflektierten Lichtstrahls sichtbar gemacht.

Material

- Haarkamm
- Spiegel
- Lampe (z.B. LED vom Smartphone)



Aufbau/Durchführung

Der Haarkamm wird zwischen Lichtquelle und Spiegel platziert. Je nach Winkel und Entfernung zwischen Lampe, Kamm und Spiegel ist der gewünschte Effekt (Einfallswinkel = Austrittswinkel) mehr oder weniger gut zu beobachten.

Tipps und Tricks, Anmerkungen

Für diesen Versuch muss der Raum abgedunkelt werden können. Je nach Beschaffenheit des Experimentiertisches kann der Effekt durch ein weißes Blatt Papier als Unterlage verdeutlicht werden.

Quelle

Auer, D. (2005). Physikalische Freihandversuche aus Optik. Diplomarbeit. Technische Universität Graz: Institut für Experimentalphysik.

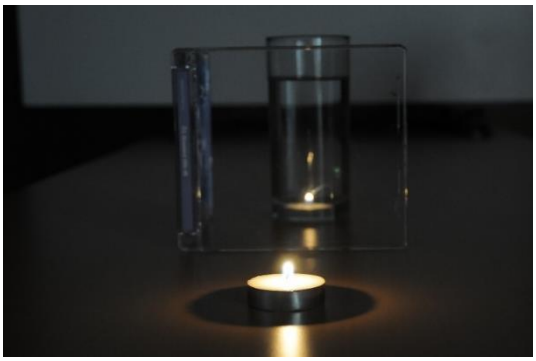
25 Halbdurchlässiger Spiegel O

Kurzbeschreibung des Versuchs

Das Phänomen eines halbdurchlässigen Spiegels kann mit Hilfe einer CD-Hülle und einer Kerze demonstriert werden.

Material

- CD-Hülle(durchsichtig)
- Teelicht
- Feuerzeug
- Ein Glas mit Wasser



Aufbau/Durchführung

Die durchsichtige CD-Hülle wird so zwischen dem befüllten Wasserglas und dem brennenden Teelicht platziert, dass ihre Fläche normal zur imaginären Achse zwischen Wasserglas und Teelicht steht. Begibt man sich nun als Beobachter in diese Achse, so werden Teelicht und Wasserglas in eine Ebene projiziert. Es scheint, als würde das Teelicht direkt im Wasserglas brennen.

Tipps und Tricks, Anmerkungen

Für diesen Versuch muss der Raum abgedunkelt werden können.

Quelle

Auer, D. (2005). Physikalische Freihandversuche aus Optik. Diplomarbeit. Technische Universität Graz: Institut für Experimentalphysik.

26 Brechung vom Lot O

Kurzbeschreibung des Versuchs

Eine vorerst nur teilweise sichtbare Münze in einer Tasse wird durch das Befüllen mit Wasser erneut sichtbar.

Material

- Tasse (undurchsichtig)
- Münze
- Wasser

Aufbau/Durchführung

Eine Münze wird so in eine (undurchsichtige) Tasse gelegt, dass vorerst nur der äußerste Rand der Münze sichtbar ist. Anschließend wird Wasser in die Tasse gefüllt, ohne dabei Sichtachse oder Position der Münze zu verändern. Durch die Brechung des Lichts an der Grenzfläche zwischen Luft und Wasser wird die Münze erneut sichtbar.

Tipps und Tricks, Anmerkungen

Als narrativer Anker für dieses Phänomen bietet sich der Fisch im Teich an, der sich nie an der Stelle befindet, wo man ihn sieht.

Quelle

Auer, D. (2005). Physikalische Freihandversuche aus Optik. Diplomarbeit. Technische Universität Graz: Institut für Experimentalphysik.

27 Brechung vom Lot 2 O

Kurzbeschreibung des Versuchs

Ein vorerst sichtbarer Nagel wird scheinbar unsichtbar, sobald er unter die Wasseroberfläche getaucht wird.

Material

- Ein Glas mit Wasser
- Eine Scheibe eines Weinkorkens
- kurzer Stahlstift (Nagel)

Aufbau/Durchführung

Der Stahlstift wird mittig durch die Korkenscheibe gesteckt. Diese dient einerseits als „Schwimmer“, andererseits als Sichtschutz. Befinden sich Korkscheibe und Nagel gänzlich oberhalb der Wasseroberfläche, ist der Nagel von der Seite größtenteils sichtbar. Wird die Korkscheibe nun vorsichtig in ein befülltes Wasserglas gegeben, verkürzt sich der Nagel scheinbar, sobald der ins Wasser eintaucht. Je nach Länge des Stahlstifts und Winkel der Betrachtung kann dieser auch vollständig unter der Korkscheibe verschwinden.

Tipps und Tricks, Anmerkungen

Es empfiehlt sich, den Versuch selbst mehrmals auszuprobieren, damit man bereits weiß, bei welchem Winkel sich der Stahlstift verkürzt und ab wann er zur Gänze „verschwindet“.

Quelle

Auer, D. (2005). Physikalische Freihandversuche aus Optik. Diplomarbeit. Technische Universität Graz: Institut für Experimentalphysik.

28 Lichtleitung O

Kurzbeschreibung des Versuchs

Aus einem Loch nahe dem Boden einer Alu-Dose austretendes Wasser leitet Licht entlang einer krummlinigen Bahn.

Material

- Alu-Dose mit Loch (siehe Foto)
- Wasser
- Lampe (z.B. LED vom Smartphone)
- Waschbecken (Auffangbecken)

Aufbau/Durchführung

Als erstes muss die Dose mit Wasser befüllt werden. Das bodennahe Loch kann dabei einfach mit dem Finger abgedichtet werden. Bei der Trinköffnung der Dose wird mit der Lampe ins Innere der Dose geleuchtet. Beim Austreten des Wassers wirkt der Wasserstrahl wie ein Lichtleiter und der Punkt, wo dieser im Auffangbecken auftritt, leuchtet sichtbar auf.

Tipps und Tricks, Anmerkungen

Für diesen Versuch muss der Raum abgedunkelt werden können. Treten beim Befüllen der Dose Schwierigkeiten auf, kann das Loch hilfsweise mit einem Klebestreifen abgedichtet werden. Generell eignen sich für diesen Versuch Alu-Dosen besser als Weißblech-Dosen, da diese innen besser reflektieren.

Quelle

Auer, D. (2005). Physikalische Freihandversuche aus Optik. Diplomarbeit. Technische Universität Graz: Institut für Experimentalphysik.

29 Die Trennung von Salz und Pfeffer E

Kurzbeschreibung des Versuchs

Pfeffer wird mittels Plastiklöffel von Salz getrennt.

Material

- Kunststofflöffel
- Wolltuch
- Salz
- Pfeffer

Aufbau/Durchführung

Ein Teelöffel fein gemahlenes Salz wird mit fein gemahlenem Pfeffer auf einem Teller gemischt. Ein Plastiklöffel wird durch starkes Reiben an einem Wolltuch elektrostatisch aufgeladen. Bringt man den Plastiklöffel nun in die Nähe des Gemisches, so wird der Pfeffer angezogen und das Salz bleibt liegen.

Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Je mehr man den Löffel am Wolltuch reibt, desto deutlicher ist das Ergebnis.

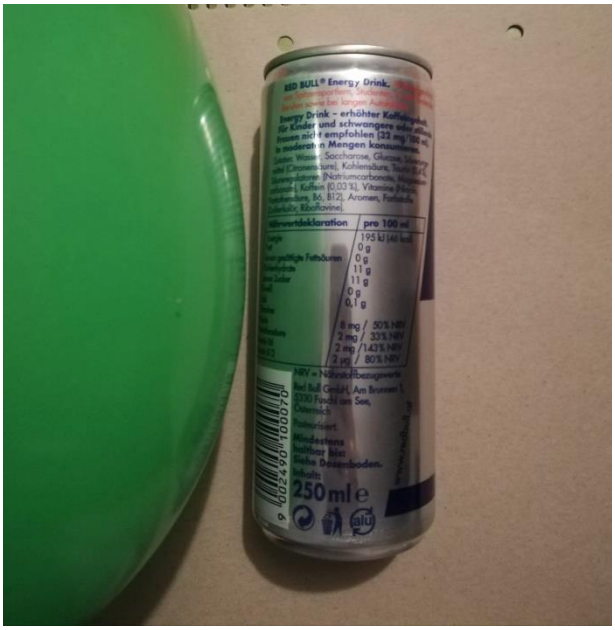
30 Die rollende Dose E

Kurzbeschreibung des Versuchs

Eine Aluminiumdose wird durch einen Ballon angezogen und zum Rollen gebracht.

Material

- Leere Aluminiumdose
- Luftballon
- Wolltuch



Aufbau/Durchführung

Eine leere Aluminiumdose wird mit der Mantelfläche auf den Tisch gelegt. Ein aufgeblasener Ballon wird anschließend durch starkes Reiben an einem Wolltuch elektrostatisch aufgeladen. Nähert man den Ballon nun der Dose, wird diese vom Ballon angezogen und beginnt zu rollen.

Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Als guter Untergrund dient ein Blatt Papier, da der Reibungskoeffizient erhöht wird und die Dose deshalb leichter rollen kann.

31 Ein freudiger Alustreifen E

Kurzbeschreibung des Versuchs

Ein Alustreifen, der auf einer CD angebracht ist, wird von einer dicht anliegenden Aluminiumdose angezogen.

Material

- Leere Aluminiumdose
- Mehrfach gefalteter Alustreifen
- CD
- Wasserglas
- Wolltuch

Aufbau/Durchführung

Ein Trinkglas wird verkehrt auf den Tisch gesetzt. Auf dessen Boden wird dann eine CD mit der scheinenden Seite nach oben gelegt. Neben dem Glas wird nun eine leere Aluminiumdose so hingestellt, dass die CD knapp nicht berührt wird. Auf den Rand der CD wird nun ein mehrfach gefalteter Alustreifen platziert, sodass der Alustreifen die Dose nicht berührt. Reibt man nun mit einem Wolltuch an der CD, wird diese statisch aufgeladen und der Alustreifen wird von der Dose angezogen, bis ein elektrostatisches Gleichgewicht erreicht wird.

Quelle

Steiner, J. (2008): Physikalische Freihandversuche mit Dosen, Diplomarbeit, Universität Graz, online verfügbar unter: https://www.tugraz.at/fileadmin/user_upload/Institute/IEP/Thermophysics_Group/Files/Teachers/DA-SteinerJulia.pdf, zuletzt aufgerufen am: 03.10.2019

32 Der schwimmende Kompass E

Kurzbeschreibung des Versuchs

Eine Nadel wird zum Kompass und richtet sich in Nord-Süd Richtung aus.

Material

- Nadel
- Trinkglas mit Wasser
- Magnet
- Stück Kork
- Knetmasse

Aufbau/Durchführung

Ein mit Wasser gefühltes Trinkglas wird auf den Tisch gestellt. Die Nadelspitze wird nun an einem Magneten gerieben. Die Nadel wird dann mit etwas Knetmasse auf dem Stück Kork befestigt. Anschließend legt man das Stück Kork samt Nadel vorsichtig auf die Wasseroberfläche. Man sieht wie sich die Nadel langsam in Nord-Süd Richtung ausrichtet.

33 Der Induktionsmotor E

Kurzbeschreibung des Versuchs

Eine Dose wird nur durch das Drehen eines Magneten selbst gedreht.

Material

- Trinkglas
- Halbierte Weißblechdose
- Magnet
- Schnur

Aufbau/Durchführung

Das Trinkglas wird bis zum Rand hin mit Wasser gefüllt. Auf die Oberfläche des Wassers wird die halbierte Weißblechdose platziert. Anschließend wird ein kleiner Magnet an einer Schnur befestigt. Dieser Magnet wird nun vorsichtig in die Dose gehalten. Dabei ist es wichtig, dass der Magnet die Dose nicht berührt. Durch Drehen des Magneten wird auch die Dose langsam in Rotation versetzt.

Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Je stärker der Magnet ist, desto besser und schneller dreht sich die Dose.
- Zudem ist ein breites Wasserglas von Vorteil, da sonst die Dose leicht an den Rand schwimmt.

Quelle

Steiner, J. (2008): Physikalische Freihandversuche mit Dosen, Diplomarbeit, Universität Graz, online verfügbar unter: https://www.tugraz.at/fileadmin/user_upload/Institute/IEP/Thermophysics_Group/Files/Teachers/DA-SteinerJulia.pdf, zuletzt aufgerufen am: 03.10.2019

34 Ein sehr kleiner Elektromotor E

Kurzbeschreibung des Versuchs

Eine Schraube wird durch einen Stromfluss zum Drehen gebracht.

Material

- AA Batterie
- Holzschraube
- Neodym-Magnet (Scheiben- oder Stabform)
- Ca. 10 cm Isolierter Draht

Aufbau/Durchführung

Der Draht wird jeweils an den Enden ca. 1 cm abisoliert. An einem Pol der AA Batterie wird nun die Schraube angelegt und an der Schraube gleich der Neodym-Magnet. Dadurch sollte man die Batterie in der Luft halten können und Schraube und Magnet sollten an der Batterie hängen bleiben. Schließt man nun die Batterie kurz, indem man den Draht an den anderen Pol der Batterie setzt und das andere Ende des Drahtes an den Neodym Magneten, so sollte sich die Schraube samt Magnet relativ schnell drehen.

Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Je stärker der Magnet, desto schneller sollte sich die Schraube samt Magneten drehen.
- Durch den nötigen Kurzschluss können sich die Batterien schnell entladen, eine Alternative dazu wären wieder aufladbare Akkus.

Quelle

Websiteartikel „Kleinster Elektromotor der Welt“, https://www.experimentis.de/experimente-versuche/elektrizitaet-magnetismus/kleinster-elektromotor-der-welt/, zuletzt aufgerufen am 03.10.2019

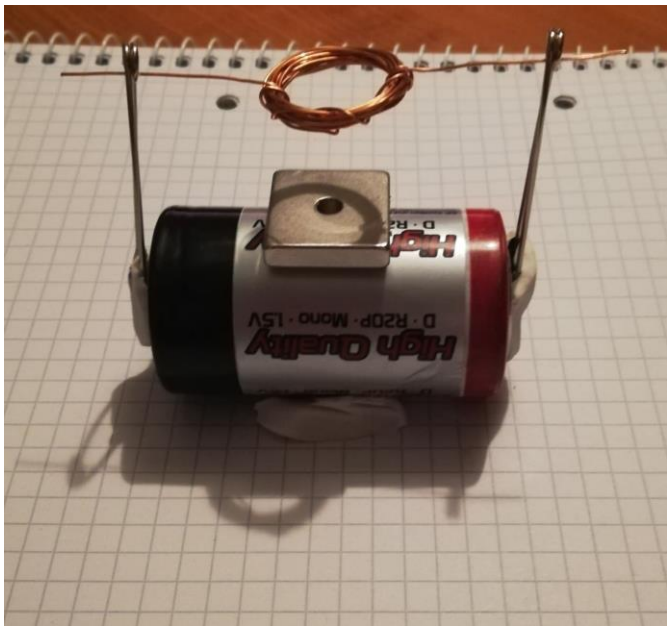
35 Gleichstrommotor E

Kurzbeschreibung des Versuchs

Ein aufgewickelter Kupferdraht beginnt sich zu drehen.

Material

- Neodym Magnet
- 1 m langer dünner Kupferlackdraht
- Zwei große Sicherheitsnadeln
- Knetmasse
- 1,5V Batterie C oder D



Aufbau/Durchführung

Als erstes wird der Kupferlackdraht zu einem Durchmesser von ca. 2 cm gewickelt. Dabei sollten die Enden insgesamt länger als die Batterie herausstehen. An diesen Enden wird nun jeweils einseitig der Lack gut abgekratzt. Als nächstes wird die Batterie längs auf den Tisch gelegt und mit ein wenig Knetmasse so befestigt, dass sie nicht wegrollt. Anschließend wird jeweils an den Polen eine Sicherheitsnadel mit der Öffnung an den Polen mit Knetmasse fixiert. Daraufhin wird ein Neodym Magnet zwischen den Sicherheitsnadeln auf der Batterie mit Knetmasse befestigt. Nun werden die Enden des aufgewickelten Kupferlackdrahtes in die oberen Enden der Sicherheitsnadel eingelegt. Gibt man dem Kupferlackdrahtring nun einen Schubs über ein paar Umdrehungen, so dreht sich der Ring dann von allein.

Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Je besser der Ring beim Aufwickeln ausbalanciert wird, desto besser dreht sich dieser.

Quelle

Websiteartikel „Gleichstrommotor“, https://www.experimentis.de/experimente-versuche/elektrizitaet-magnetismus/gleichstrommotor/, aufgerufen am 03.10.2019

36 Der schwebende Eiswürfel T

Kurzbeschreibung des Versuchs

Ein Zahnstocher wird „in“ einen Eiswürfel durch Salzen „hinein geschmolzen“.

Material

- Eiswürfel
- Zahnstocher
- Salz

Aufbau/Durchführung

Ein Eiswürfel wird auf einer Schale o. Ä. positioniert und der Zahnstocher daraufgelegt. Man salzt nun die Stelle vorsichtig und wartet kurz. Wenn man dann den Zahnstocher anhebt, hebt sich auch der Eiswürfel mit an.

Physikalischer Hintergrund

Durch das Salzen und das dadurch stattfindende Lösen im Wasserfilm an der Oberfläche des Eiswürfels wird dem Eiswürfel (als Umgebung des Salzes) Energie entzogen – an der Oberfläche taut das Eis dadurch leicht an, der Zahnstocher kann in den Würfel „wandern“ und das Eis schließt diesen beim erneuten Erstarren mit ein.

Tipps und Tricks, Anmerkungen

Den Eiswürfel nicht versalzen.

Besser kleinere Eiswürfel, nicht unbedingt einen schweren Eisblock wählen.

Zur leichteren Ausrichtung kann auch ein Zündholz verwendet werden.

37 Wasser auf Papier kochen T

Kurzbeschreibung des Versuchs

In einem mit Backpapier verschlossenen Pappbecher wird Wasser über einer Flamme erhitzt.

Material

- Teelicht
- Becher
- Backpapier (Pergamentpapier)
- Feuerzeug
- Gummibänder
- Holzklötze o. Ä. zum Aufbocken des Bechers

Aufbau/Durchführung

Ein Becher wird mit Wasser gefüllt und mit Backpapier und Gummibändern verschlossen.

Der so verschlossene Becher wird mit der Backpapierseite nach unten über einer Kerzenflamme positioniert – weder Backpapier noch Becher sollten Feuer fangen.

Physikalischer Hintergrund

Ist der Becher mit Wasser gefüllt, mit Backpapier verschlossen und auf die Backpapierseite rotiert, so ist die Backpapierfläche mit Wasser bedeckt. An der Grenzfläche der Substanzen (Papier und Wasser) kommt eine gute Wärmeleitung zustande. Der Temperaturausgleich zwischen den beiden Materialien und die hohe spezifische Wärme des Wassers führen letztlich dazu, dass die Energie der Kerzenflamme nicht reicht, um die Entzündungstemperatur des Backpapiers zu erreichen. Solange nicht das gesamte Wasser im Becher verdampft ist, wird sich das Backpapier also nicht entzünden.

Tipps und Tricks, Anmerkungen

Um einen wirkungsvollen Einstieg zu erzielen, kann zunächst ein Stück des Backpapiers entzündet werden, um dessen leichte Entflammbarkeit im direkten Kontakt mit einer Flamme zu demonstrieren.

Theoretisch kann der Aufbau über eine ganze Schulstunde hinweg stehen gelassen werden.

38 Der unzerstörbare Luftballon T

Kurzbeschreibung des Versuchs

Ein mit Wasser gefüllter Luftballon wird über eine Kerze gehalten und platzt (hoffentlich) nicht.

Material

- Luftballon
- Kerze
- Wasser

Aufbau/Durchführung

Zunächst wird ein Luftballon regulär aufgeblasen, zugebunden und über einer Kerzenflamme spektakulär zum Platzen gebracht. Ein anderer Luftballon wird mit Wasser gefüllt. Dieser Luftballon wird demonstrativ über die Flamme gehalten und platzt nicht.

Physikalischer Hintergrund

Die Gummihaut des Luftballons wird von unten erhitzt, wo sich das Wasser befindet. Aufgrund der Wärmeübertragung am Phasenübergang zwischen Haut und Wasser und der guten Wärmeleitung „greift" das Wasser die Hitze der Kerze ab und verhindert somit das Platzen der Gummihaut.

Wegen der hohen spezifischen Wärme von H2O wird die Kerzenflamme nur sehr langsam die für die Ballonhaut kritische Temperatur erreichen.

Tipps und Tricks, Anmerkungen

Mehrere Ballons parat halten, am besten Versuch auf Nummer sicher über einer Schüssel o. Ä. durchführen. Der mit Wasser gefüllte Ballon kann auch direkt durch die Kerze „angerußt" werden, was bei Schüler/innen einen zusätzlich beeindruckenden Effekt hinterlässt.

39 Der schüchterne Luftballon T

Kurzbeschreibung des Versuchs

Ein Luftballon wird mittels Unterdruck in eine Flasche „aufgeblasen“.

Material

- Luftballon
- Feste (stabile) Kunststoffflasche
- Alternativ: Glasflasche
- Wasser (möglichst heiß und kalt)
- Wasserkocher

Aufbau/Durchführung

Es wird Wasser erhitzt, je nach Stabilität der Kunststoffflasche bis an (den Rand) des Siedepunktes.

Die Flasche wird mit dem heißen Wasser gefüllt und geschüttelt, sodass sie sich möglichst gut erwärmt.

Das Wasser wird ausgegossen und der Luftballon wir über den Flaschenhals gestülpt. Wenn alles stabil und dicht sitzt, wird die Flasche mit möglichst kaltem Wasser übergossen. Der Luftballon wird sich in die Flasche „zurückziehen“ und (je nach erreichter Temperaturdifferenz) sogar in der Flasche „aufblasen“.

Physikalischer Hintergrund

Bei diesem Versuch werden die Gasgesetze ausgenutzt. Im (hier ansatzweise) abgeschlossenen System der Flasche befindet sich ein Luftgemisch als Gas, sodass hier die Proportionalität $p * V \sim T$ gilt.

Wird die Flasche (und damit das Gas darin) erwärmt, benötigen die Gasteilchen in der Flasche wegen ihrer höheren thermischen Bewegung mehr Platz – da die Flasche (wenn sie stabil ist) keine Volumenänderung erfährt, sind weniger Luftteilchen in der Flasche als im kalten Fall vorhanden. Im Moment, in dem der Luftballon über den Flaschenhals gestülpt wird, wird ein Teilchenaustausch verhindert. Kühlt man nun die Flasche ab, zieht sich die warme Luft in der Flasche zusammen – der Luftballon wird in die Flasche gesogen und verkleinert damit das Volumen – wie die Gasgleichung bzw. die Proportionalität vermuten lässt.

Tipps und Tricks, Anmerkungen

Man kann den Versuch auch umdrehen und den Luftballon nach außen aufblasen – dann könnte man auf eine durchsichtige Flasche verzichten und zu einer stabilen Glasflasche (e.g. Weinflasche) greifen.

Optimierung: Eiswasser verwenden, um eine möglichst große Temperaturdifferenz zu erzielen & Luftballon durch vorheriges Aufblasen vordehnen.

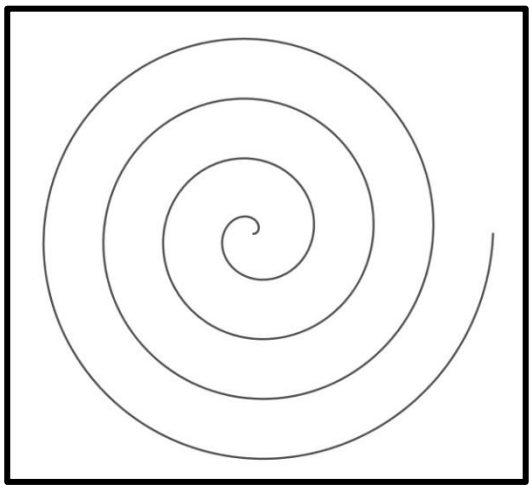
40 Die sich windende Windspirale T

Kurzbeschreibung des Versuchs

Eine Papierspirale wird mittels Wärmeströmung einer Kerze in Rotation versetzt.

Material

- Kerze und Feuerzeug
- Blatt Papier und Schere zum Ausschneiden
- Schnur
- Klebeband
- ggf. PC und Drucker



Aufbau/Durchführung

Es wird eine Papierspirale vorbereitet. Für den Effekt des Versuchs reicht i.d.R. auch eine „freihändig" gezeichnete bzw. geschnittene Kurve, wenn man eine exakte Vorlage benötigt, siehe Tipps.

Die Spirale wird aufgefächerter und an ihrer Spitze wird die Schnur mit dem Klebeband befestigt, sodass sich das Ganze dann frei drehen kann.

Danach wird die Spirale über die angezündete Kerze gehalten, wodurch sich die Spirale zu Drehen beginnt.

Physikalischer Hintergrund

Aufgrund der durch die brennende Kerzenflamme entstehenden Hitze tritt über der Kerze eine nach oben gerichtete Luftströmung auf, die die Spirale aufgrund ihrer raumgeometrischen Lage in Rotation bringt.

Man könnte den Dreheffekt auch erzielen, wenn man von unten in die Spirale hineinbläst.

Die erwärmte Luft steigt aufgrund ihrer geringeren Dichte auf.

Tipps und Tricks, Anmerkungen

In einem Programm wie GeoGebra (Freeware) kann man z.B. über die Parameterkurve

Kurve (R · t · cos(t), R · t · sin(t), t, 0, b) (Wobei R und b als „Schieberegler" (einstellbare Konstanten) gesetzt werden) nach Belieben Spiralen erzeugen und diese dann als Druckvorlage exportieren, falls man eine exakte Schnittvorlage benötigt.

41 Tee kochen T

Kurzbeschreibung des Versuchs

Es wird der Lösprozess von Tee in kaltem und heißem Wasser gegenübergestellt.

Material

- 2 Teebeutel
- Kaltes und warmes Wasser
- 2 Gläser (durchsichtig)

Aufbau/Durchführung

Es wird nach Möglichkeit Wasser erhitzt. Beide Gläser werden nebeneinander auf den Tisch gestellt, nach Möglichkeit an eine Position, an der sie länger verweilen können (ggf. für den Rest der Stunde). Die Teebeutel werden in die Gläser gegeben, danach wird ein Teebeutel mit kaltem, der andere mit heißem Wasser übergossen. Der Effekt (die unterschiedliche Lösegeschwindigkeit) ist sofort ersichtlich.

Man kann den Tee über den Verlauf einer Schulstunde beobachten, man wird erst nach einiger Zeit eine Verfärbung des kalten Wassers feststellen können.

Physikalischer Hintergrund

Im heißen Wasser ist die thermische Bewegung der Wassermoleküle im Vergleich zum kalten Wasser deutlich erhöht – die Teilchen im heißen Wasser bewegen sich schneller und haben dadurch mehr und häufiger sowie „heftigeren“ Kontakt mit den Substanzen im Tee. Dadurch verteilt sich der Tee schneller und effektiver im heißen als im kalten Wasser.

Tipps und Tricks, Anmerkungen

Beim Berühren der Gläser nicht die Finger verbrennen, optimaler Weise Gläser mit Henkel bzw. Griff verwenden.

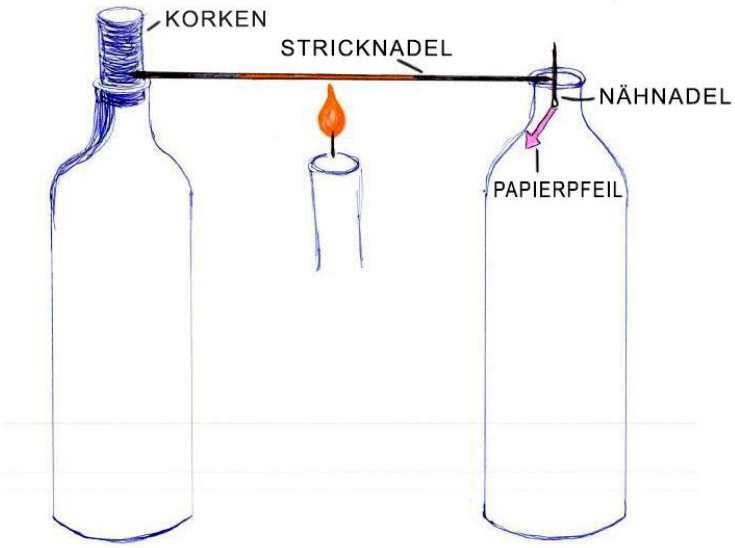
42 Lang, länger, Thermodynamik T

Kurzbeschreibung des Versuchs

Längenänderung einer Stricknadel durch deren Erhitzung

Material

- Stricknadel (oder ein Draht)
- Nähnadel
- Papierpfeil
- Kerze oder Bunsenbrenner
- Zwei gleich hohe Flaschen
- Korken



Aufbau/ Durchführung

Man verkorkt die Flasche, so dass mindestens ein Zentimeter des Korkens aus der Flasche ragt. Senkrecht zur Korkenachse wird nun die Stricknadel in den Korken gesteckt. Der Papierpfeil wird an der Nähnadel befestigt. Diese Nadel kommt auf den Hals der zweiten Flasche. Nun muss die Stricknadel durch Veränderung der Höhe des Korkens so justiert werden, dass die Nähnadel zwischen Stricknadel und Flaschenhals eingeklemmt ist. Die Stricknadel muss auf der Nähnadel aufliegen. Man beobachtet nun genau den Stand der Pfeilspitze. Hält man eine Flamme unter die Stricknadel, so dehnt sich diese aus und dreht die kleinere Nähnadel. Der Zeiger auf der Nähnadel dreht sich daher weiter. Das funktioniert allerdings nur, wenn die Stricknadel nicht über die Nähnadel hinweg rutscht.

Physikalischer Hintergrund

Die Wärme der Flamme führt zu einer Längenänderung der Nadel. Diese Änderung ist sehr klein. Allerdings kann diese Änderung durch die Nähnadel sichtbar gemacht werden. Wenn der Zeiger am Beginn nach unten gezeigt hat, so wird er sich beim Erwärmen der Nadel in Richtung der anderen Flasche drehen. Mit Änderung der Länge der Stricknadel dreht sich auch jeder Punkt an der Oberfläche der Nähnadel um genau diese Längenänderung entlang der Nadeloberfläche kreisförmig weiter.

Tipps und Tricks, Anmerkungen

Variante: Man kann die Stricknadel auch dadurch fixieren, in dem man sie an einem Ende einbiegt und dieses Ende in die geöffnete Flasche steckt. Der Korken ist in diesem Aufbau nicht notwendig.

43 Eine Dose auf dem Weg zur Bikinifigur T

Kurzbeschreibung des Versuchs

Eine Getränkedose wird durch Erhitzen und Sturz in ein kaltes Wasserbad zum Implodieren gebracht.

Material

- Leere Getränkedose
- Teekocher
- Plastikwanne
- Eiswasser (Wasser + Eiswürfel)
- Haltezange/ Küchenhandschuh

Aufbau/Durchführung

Die Wanne wird mit kaltem Wasser und Eiswürfeln (optional) gefüllt. Die Dose wird ca. 1 cm hoch mit dem heißen Wasser aus der Teekanne gefüllt. Hierfür sollten Handschuhe verwendet werden. Dann dreht man die Dose so, dass die Öffnung nach unten zeigt, und taucht den unteren Teil mit der Öffnung in das Eiswasser. Sofort nach dem Kontakt mit dem kälteren Wasser der Wanne implodiert die Dose.

Physikalischer Hintergrund

Beim Einfüllen des kochenden Wassers entsteht in der Dose Wasserdampf, der sich beim Abkühlen in der Wanne augenblicklich zusammenzieht und sogar kondensiert. Der komprimierte Wasserdampf bzw. das kondensierte Wasser verringern den Druck, der in der Dose herrscht. Der Außendruck bleibt hingegen gleich und weil durch die Abkühlung in der Dose der innere Gegendruck fehlt, implodiert die Dose.

44 Auf Biegen und Brechen T

Kurzbeschreibung des Versuchs

Erwärmung eines Kleiderbügels durch Deformierungs-Arbeit.

Material

- Metallkleiderbügel

Aufbau und Durchführung

Man verbiegt den Kleiderbügel mehrmals schnell an der gleichen Stelle. Mit den Fingern kann man eine starke Erwärmung an der Biegestelle feststellen.

Physikalischer Hintergrund

Um den Kleiderbügel zu deformieren ist Energie notwendig, die beim Biegen zugeführt wird. Gemäß dem Energieerhaltungssatz kann Energie nicht verloren gehen, sondern muss in irgendeiner Form gespeichert bleiben. Dies passiert durch die Erwärmung der Biegestelle des Kleiderbügels. Die mechanisch zugeführte Energie wird also in Wärme umgewandelt.

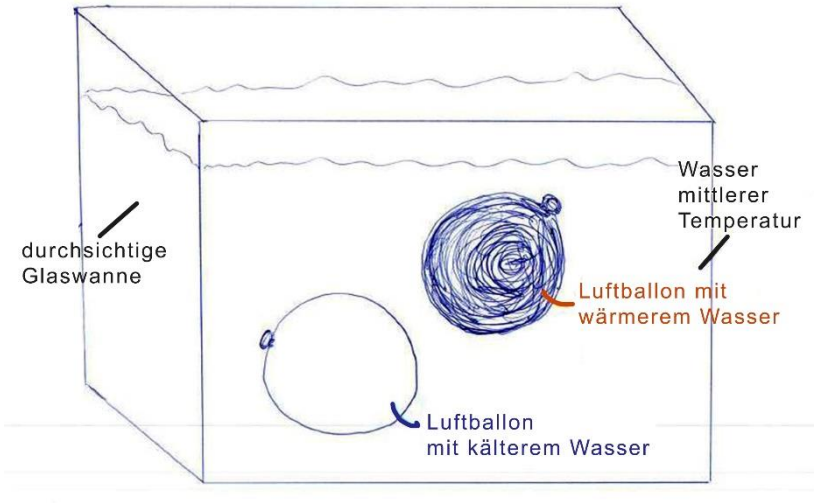
45 Der Dichter auf dem Meeresgrund T

Kurzbeschreibung des Versuchs

Zwei mit Wasser unterschiedlicher Temperatur gefüllte Luftballons sinken in einem Wasserbecken mittlerer Temperatur verschieden tief.

Material

- 2 Luftballons
- Durchsichtige Wanne, mit Wasser gefüllt
- Kälteres Wasser als das Wasser in der Wanne
- Wärmeres Wasser als das Wasser in der Wanne



Aufbau und Durchführung

Die Wanne wird mit Wasser gefüllt. Die 2 Luftballons werden mit unterschiedlich temperiertem Wasser gefüllt - ein Ballon mit wärmerem Wasser und einer mit kälterem Wasser als das Wasser in der Wanne. Nun gibt man beide Ballons in die Wanne. Der Ballon mit dem warmen Wasser steigt auf und schwimmt, der kältere Ballon geht unter.

Physikalischer Hintergrund

Bei höherer Temperatur dehnt das Wasser sich aus, was mehr Volumen und weniger Dichte bedeutet. Das warme Wasser im Ballon hat also eine geringere Dichte, als das Wasser in der Wanne. Analog dazu hat das kühlere Wasser im anderen Ballon höhere Dichte. Stoffe mit größerer Dichte sinken ab, Stoffe mit kleinerer Dichte schwimmen.

Tipps und Tricks, Anmerkungen

Wichtig ist, dass in den Ballons keine Luftkammern bleiben und die Ballons nur mit Wasser gefüllt sind.

46 Rakete T

Kurzbeschreibung des Versuchs

Eine Rakete soll aus einem Zündholz und Alufolie gefertigt werden.

Material

- Alufolie
- Zündholzschachtel
- Zünder

Aufbau/Durchführung

Das Zündholz wir mit Alufolie umwickelt. Dabei ist zu achten, dass die Folie vorne am Zündkopf geschlossen ist und am hinteren Ende offenbleibt. Nun wird das umwickelte Stück so platziert, dass ich der Schwerpunkt noch knapp über der Schachtel befindet (siehe Abbildung). Jetzt wird mit einem weiteren Zündholz die Rakete entflammt.

Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Vorher Ausprobieren, ob die Folie richtig sitzt. Sie soll nicht zu festsitzen (damit Gase ungehindert nach hinten strömen können)
- Der Raketen Effekt ist sehr gering ausgeprägt, das Zündholz muss so platziert werden, dass es gerade noch nicht von der Schachtel fällt.
- Die Alufolie kann durchbrennen, dann kann die Rakete in die falsche Richtung losgehen.

Physikalischer Hintergrund

Die entstehende Hitze des Zünders wird über die Aluminiumfolie in ihr Inneres geleitet. Der Zündkopf des eingewickelten Streichholzes entflammt explosionsartig. Dabei entstehen plötzlich Gase, die viel Platz benötigen. Diese können nur nach hinten, der Alufolie entlang, entweichen und treiben die Rakete nach vorne.

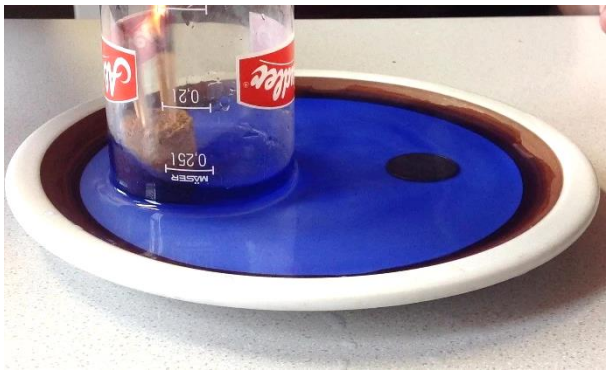
47 Die verborgene Münze T

Kurzbeschreibung des Versuchs

Durch Abkühlung entsteht Unterdruck in einem Gefäß. Dabei wird Wasser hineingezogen.

Material

- Teller
- Glas
- Münze
- Teelicht
- Feuer



Aufbau/Durchführung

Wasser wird in einen Teller geleert. Eine Münze darin platziert, sowie ein schwimmendes und brennendes Teelicht. Nun kann das Glas über die Münze gestülpt werden.

Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Mit der Färbung des Wassers erhöht man die Komplexität des Versuches unnötigerweise für die SchülerInnen. Es besteht die Gefahr, dass SchülerInnen glauben, das Auftreten des physikalischen Phänomens hängt von der beigemengten Farbe ab. Wir haben daher die Färbung nicht für den Versuch vorgesehen.

Physikalischer Hintergrund

Indem man das Glas über die Kerze stülpt, wird die brennenden Kerze von der Frischluftzufuhr getrennt. Dabei erwärmt sich die Luft im Inneren. Geht die Kerze aufgrund mangelnder Sauerstoffversorgung aus, kühlt die Luft im Inneren wieder ab und es entsteht ein Unterdruck, durch den das Wasser vom höheren Umgebungsdruck in das Glas gedrückt wird.

Quelle

Exbox-Projekt der Universität Salzburg

48 Schwerpunkt Experiment M

Kurzbeschreibung des Versuchs

Gabel, Löffel und Zündholz werden an einem Glasrand balanciert.

Material

- Gabel
- Löffel
- Zündholz
- Glas

Aufbau/Durchführung

Zunächst werden Löffel und Gabel ineinander verschränkt. Danach wird noch das Zündholz wie in der oberen Abbildung ersichtlich eingezwängt. Das andere Ende des Streichholzes wird nun an einem Gefäßrand so abgelegt, dass dies der einzige Auflagepunkt des Gebildes ist.

Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Das Experiment kann auch an einer Tischkante durchgeführt werden.
- vor dem Versuch ausprobieren, ob Gabel und Löffel zusammenhalten
- Es ist Übung und Geduld zum Balancieren des Gebildes nötig.

Physikalischer Hintergrund

Der gemeinsame Schwerpunkt von Löffel, Gabel und Streichholz befindet sich am Kopf des Zündholzes, welcher auf dem Glasrand aufliegt.

Quelle

Websiteartikel „Körper im Gleichgewicht mit Schwerpunkt außerhalb des Körpers“, https://www.experimente.physik.uni-freiburg.de/Mechanik_der_festen_Koerper/schwerpunktundgleichgewicht/gleichgewicht/koerperimgleichgewichtmitschwerpunktausserhalb, aufgerufen am 11.11.2019

49 Klappernde Löffel T

Kurzbeschreibung des Versuchs

Klappernde Löffel durch den Bernoulli Effekt

Material

- 2 x Löffel
- Wasserleitung

Aufbau/Durchführung

Die Löffel werden, wie in der Abbildung ersichtlich, an ihren nach außen gewölbten Flächen zueinander geführt. Dies geschieht unter einem laufenden Wasserhahn.

Die Löffel entfernen sich zunächst von einander, werden aber gleich darauf wieder zusammengezogen. Die Bewegung widerholt sich rasch und wird als Klappern wahrgenommen.

Physikalischer Hintergrund

Befinden sich die Löffel in einem gewissen Abstand zu einander, bewegt sich das Wasser an der engsten Stelle zwischen den beiden Gegenständen am schnellsten. Nach Bernoulli ist der Druck geringer, je schneller sich eine Flüssigkeit bewegt. Daher werden die Gegenstände aufeinander zugeführt. Sobald die Löffel aber zu dicht anliegen, führt der Druck des von oben kommenden Wasserstrahls zu einer Auseinanderbewegung der beiden Gegenstände. Der Prozesse beginnt nun von neuem.

Tipps und Tricks, Anmerkungen

Der Effekt wird am besten ersichtlich, wenn die Löffel ganz außen an ihrem Stiel gehalten werden.

Quelle

Websiteartikel „Klappernde Löffel“, https://www.experimentis.de/experimente-versuche/gas-wasser-luft/loeffel-bernoulli-effekt/, aufgerufen am 11.11.2019

50 Untergang einer Büroklammer E

Kurzbeschreibung des Versuchs

Durch Hinzufügen von Spülmittel geht die zuvor schwimmende Büroklammer unter.

Material

- Büroklammer
- Spülmittel
- Wasser
- Gefäß

Aufbau/Durchführung

Legt man eine Büroklammer vorsichtig auf ein befülltes Wasserglas, schwimmt diese zunächst auf der Oberfläche. Durch Hinzufügen von Spülmittel geht die zuvor schwimmende Klammer unter.

Physikalischer Hintergrund

Im Inneren der Flüssigkeit herrscht ein Gleichgewicht der Kohäsionskräfte. Bei den Molekülen an der Oberfläche fehlen jedoch die nach oben gerichteten Kräfte. Die Teilchen besitzen daher eine höhere potenzielle Energie. Dies sorgt für die Ausprägung der Oberflächenspannung und in weiterer Folge dem Aufschwimmen der Büroklammer. Die in Spülmittel enthaltenen Tenside besitzen eine hydrophile und hydrophobe Seite und setzen sich zwischen die oberflächlichen Wassermoleküle. Dies verringert die wirkende Kraft ins Innere der Flüssigkeit und vermindert sogleich die Oberflächenspannung.

Quellen

- Spektrum Lexikon der Physik – „Oberflächenspannung“, https://www.spektrum.de/lexikon/physik/oberflaechenspannung/10567, aufgerufen am 11.11.2019
- Websiteartikel „Funktionsweise von Tensiden“, Didaktik der Chemie - Universität Bayreuth, http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/umat/tenside/tenside.htm, aufgerufen am 11.11.2019

51 Schiff und Kugel E

Kurzbeschreibung des Versuchs

Das aus Knetmasse geformte Schiff schwimmt. Eine Kugel geht unter.

Material

- Wasserglas
- Knete (wasserfest)

Aufbau/Durchführung

Nimmt man ein Stück Knetmasse und formt es zu einem Schiff, schwimmt es. Formt man daraus eine Kugel, geht sie unter.

Physikalischer Hintergrund

Durch die Verformung der Knetmasse zu einem Schiff wird eine große Menge an Wasser verdrängt. Dies führt zu einer Erhöhung der auf das Schiff wirkenden Auftriebskraft und bedingt gleichermaßen sein Aufschwimmen.

Tipps und Tricks, Anmerkungen

Die Knetmasse muss wasserfest sein.

52 Münzventil T

Kurzbeschreibung des Versuchs

Eine auf einer Flasche liegende Münze wird durch die Luft im Inneren der Flasche angehoben.

Material

- Glasflasche
- Münze

Aufbau/Durchführung

Die Flasche wird in kaltem Wasser gut 2 Minuten gekühlt. Danach wird die leere Flasche hingestellt, die Öffnung befeuchtet und mit der Münze abgedeckt. Danach legt man Hände auf die Flasche und erwärmt sie somit. Die erwärmte Luft hebt wiederholt die Münze und Luft tritt aus.

Physikalischer Hintergrund

Die Luft in der kalten Flasche wird abgekühlt und verringert ihr Volumen. Wenn man die Flasche in die Hand nimmt, erwärmt sich die Luft im Inneren der Flasche durch Wärmeleitung, diese benötigt somit wieder mehr Raum, der steigende Luftdruck hebt nach und nach die Münze und lässt jeweils etwas Luft austreten, bis die Schwerkraft, die die Münze nach unten drückt stärker ist, als der Luftdruck, der die Münze nach oben drückt.

Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Es kann auch Eiswasser verwendet werden, damit der Effekt noch stärker wird
- Die Münze muss die Flaschenöffnung komplett verschließen

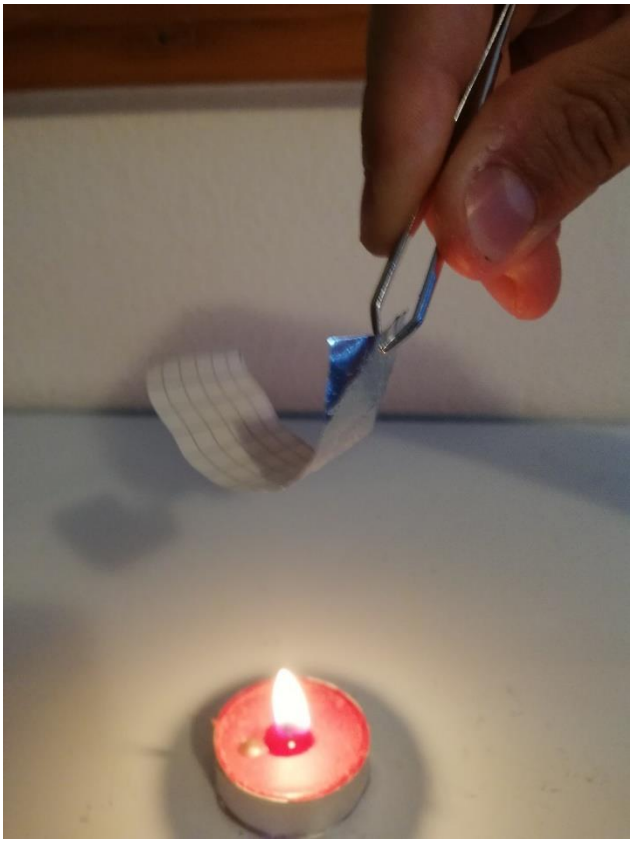
53 Biegsamer Streifen T

Kurzbeschreibung des Versuchs

Ein Streifen aus zwei unterschiedlichen Materialien verbiegt sich bei Erwärmung.

Material

- Teelicht
- Streifen aus Alufolie & Papier



Aufbau/Durchführung

Das Teelicht wird angezündet, der Streifen wird vorsichtig mit einer Zange oder Ähnlichem über die Flamme gehalten, bis sich der Streifen zu verbiegen beginnt.

Physikalischer Hintergrund

Unterschiedliche Materialien dehnen sich bei Erwärmung unterschiedlich stark aus. Da sich Aluminium deutlich stärker ausdehnt als Papier und die beiden Streifen fest verklebt sind, biegt sich der Streifen in Richtung Papier.

Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Der Streifen darf nicht zu nahe an die Flamme gehalten werden, damit das Papier nicht zu brennen beginnt.

Quelle:

Schantl, R. (2007): Freihandversuche zur Thermodynamik, Diplomarbeit, Universität Graz