

Warum ist der Himmel tagsüber blau und abends rot?

Vorüberlegungen

- Himmel auf der Erde blau, auf dem Mond schwarz – warum?

Versuchsaufbau

1. Weizenglas mit Wasser füllen
2. Einen kleinen Schuss Milch hineingeben und umrühren (leicht trüb)
3. Von oben mit Taschenlampe o.ä. reinleuchten (weißes Licht)

Erwartete Beobachtung

- auf den ersten Zentimetern leuchtet es blau
- darunter wird es rötlicher

Erklärung

Weißes Licht besteht aus Licht aller Farben (Spektrum blau (hochfrequent) bis rot (niederfrequent)).

Blaues Licht wird stärker gestreut als rotes Licht, daher geht im oberen Bereich des Glases viel Licht nach außen und ist sichtbar. Danach ist das blaue Licht dann schon „weg“ und die verbleibenden Farben kommen durch.

Die Milch simuliert atmosphärische Verunreinigungen und führt dadurch zur Lichtbrechung.

Tagsüber steht die Sonne „oben“, das Licht legt nur einen kurzen Weg durch die Atmosphäre zurück. Deshalb wird hauptsächlich blaues Licht gestreut und die Sonne erscheint gelb (weiß – etwas blau = gelb). Das blaue Streulicht färbt den Himmel.

Bei niedrigem Sonnenstand ist der Weg der Sonnenstrahlen durch die Atmosphäre länger, das blaue Licht wird noch stärker weggestreut und übrig bleibt rotes Licht – sowohl für den Himmel als auch für die Sonne.

Referenzen

- <https://de.wikipedia.org/wiki/Rayleigh-Streuung>
- <http://minkorrekt.de/methodisch-inkorrekt-folge-30-cannibalus-nimmersattus/>
- <https://de.wikipedia.org/wiki/Chappuis-Absorption> (Blauer Himmel im Zenit nach Sonnenuntergang)

Kaffeeschaum macht Töne

Versuchsaufbau

1. Eine Tasse Kaffee mit Schaum (Cappuccino, Crema, ...) machen
2. Mit dem Löffel mehrfach auf den Tassenboden ticken
3. Umrühren und nochmal ticken

Erwartete Beobachtung

- Das Ticken erzeugt ein Geräusch, das mit jedem Mal höher wird
- Umrühren macht wieder ein tiefes Geräusch

Erklärung

Umrühren führt zu stark reduzierter Schallgeschwindigkeit: 1% Luftbläschen senkt sie von 1500 m/s auf 120 m/s (niedriger als in Luft: 343 m/s bei 20°C) – also unerwarteterweise *kein* Mittelwert zwischen Luft und Wasser. Schallgeschwindigkeit hängt ab von Dichte und Kompressibilität (Details siehe Wikipedia-Link), letztere ändert sich durch die Bläschen stark.

$f = v / \lambda$ (f = Frequenz, v = Schallgeschwindigkeit, λ = Wellenlänge)

Besonderheit: beim Klopfen bildet sich eine *stehende Welle* zwischen Gefäßboden und Flüssigkeitsoberfläche, λ ist also konstant

Dadurch ergibt sich dann eine Änderung von f proportional zu v, der Ton wird also durch die Bläschen erstmal tiefer.

Da die Bläschen aber langsam nach oben steigen und es in der Flüssigkeit weniger werden, sinkt die Kompressibilität, dadurch steigt die Schallgeschwindigkeit und dadurch steigt auch die Frequenz bzw. Tonhöhe beim Klopfen.

Referenzen

- <http://minkorrekt.de/methodisch-inkorrekt-folge-3-musikalisch-fragwurdig/>
- <https://de.wikipedia.org/wiki/Cappuccino-Effekt>

Weingläser und Zahnstocher – Spukhafte Fernwirkung

Versuchsaufbau

1. Zwei gleichartige Weingläser nebeneinander stellen
2. Auf einem Glas wird ein Zahnstocher auf dem Rand balanciert
3. Der Zahnstocher soll in das Glas bugsiiert werden, allerdings ohne zu pusten, das Glas zu berühren, am Tisch zu wackeln usw.

Erwartete Beobachtung

- Wenn man mit dem Finger am Rand des *anderen* Glases entlangstreicht (ggf. anfeuchten), wackelt der Zahnstocher und fällt herunter.

Erklärung

Resonanz: Durch den gleichartigen Aufbau der Weingläser versetzt das erste Glas das zweite Glas in Schwingungen und durch die leichten Rüttelbewegungen und die abgeflachten Ecken des Zahnstochers rollt dieser in die Glasmitte, wo er dann herunterfällt.

Referenzen

- <http://minkorrekt.de/methodisch-inkorrekt-folge-42-b-steht-fuer-best/>

Überschall im Spülbecken

Vorüberlegungen

- Überschallknall? Schallmauer? Was ist das? Was passiert da?

Versuchsaufbau

1. Wasserhahn in einem Spülbecken mit ebenem Boden aufdrehen
2. Nadel o.ä. in das Wasser am Boden halten und Abstand zum Auftreffpunkt variieren.

Erwartete Beobachtung

- Dort, wo der Strahl auftritt, gibt es einen Bereich mit flachem, wellenlosen Wasser.
- Drumherum sieht man einen Wasserwulst.
- Außerhalb hat das Wasser Wellen.
- „Hinter“ der Nadel im wellenlosen Wasser zeigt sich ein Kegel mit Wellen.

Erklärung

Im flachen Bereich stömt das Wasser schneller, als sich Wellen ausbreiten können (Machzahl > 1).

Im Bereich der „Schallmauer“ stauen sich die Wellen, weil das Wasser so schnell fließt, wie sich die Wellen ausbreiten (Machzahl = 1).

Drumherum können sich die Wellen ausbreiten, weil das Wasser mit weniger als die Wellenausbreitungsgeschwindigkeit fließt (Machzahl < 1).

Hier: Wasser fließt, Nadel bleibt stehen. Beim echten Flugzeug: Flugzeug bewegt sich, Luft bleibt stehen. Kommt aber aufs gleiche raus! Nur der Experimente-Beobachter verhält sich anders (im Vergleich zur Nadel in Ruhe, im Vergleich zum Flugzeug nicht).

Der Kegel hinter der Nadel entspricht dem Mach-Kegel, den ein Überschallflugzeug hinter sich herzieht. Dort wird das Wasser abgebremst, wodurch sich wieder Wellen ausbreiten können. Analog zur „Schallmauer“ bildet sich hier wieder ein großer Wellenberg. Wenn ein schnelles Flugzeug über uns hinwegfliegt, ist dieser Wellenberg der Überschallknall, der uns erreicht. *Der Überschallknall passiert also nicht beim Durchbrechen der Schallmauer, sondern wird kontinuierlich als Machkegel hinter dem Flugzeug hergezogen.*

Der Öffnungswinkel des Machkegels hängt von der Machzahl ab: Bei ungefähr Mach 1 (Nadel nahe der „Schallmauer“) verliert er sich im dortigen Wellenberg, bei größerer Machzahl ist er spitzer.

Referenzen

- <http://wahrheitueberwahrheit.blogspot.de/2012/01/mach-2-im-spulbecken.html>

In-Ear Löffelglocke

Versuchsaufbau

1. Geschenkband an einen Löffel knoten, so dass beide Seiten des Bandes gleichlang sind.
2. Jeweils ein Ende des Bandes um den Zeigefinger wickeln.
3. Zeigefinger in die Ohren stecken.
4. Geschenkband gespannt lassen.
5. Den Löffel irgendwo anschlagen, z.B. an einem Tisch.

Erwartete Beobachtung

- Es klingt wie eine große Glocke.

Erklärung

Der Löffel schwingt mit seiner Eigenfrequenz, so ähnlich wie eine Stimmgabel. Der Ton wird wie bei einem Dosentelefon über das gespannte Band und die Fingerknochen direkt ins Ohr übertragen.

Da nur wenig Luft im Ohr ist und dieses Volumen auch noch vom Finger eingeschlossen ist, übertragen sich die Schwingungen sehr gut auf das Trommelfell.

Referenzen

- <https://github.com/pajowu/minkorrekt-experimente/blob/master/docs/26.md>
- <http://minkorrekt.de/methodisch-inkorrekt-folge-26-in-ear-loffelglocke/>

Lichtgeschwindigkeit in der Mikrowelle messen

Versuchsaufbau

1. benötigt: Mikrowelle mit Drehteller (dann ist das Magnetron statisch ausgerichtet)
2. Eine Pappe flach in die Mikrowelle legen, so dass sie sich nicht drehen kann
3. Die Pappe mit Marshmallowcreme bestreichen (geht auch mit Schokolade, aber die schmilzt, das ist doof ;-)
4. Die Mikrowelle einschalten

Erwartete Beobachtung

- Es bilden sich in festen Abständen Schmelz- oder Schmorpunkte in dem erwärmten Objekt.

Erklärung

Die Mikrowelle erzeugt *stehende Wellen*, an deren Maxima die Erwärmung stattfindet, während an den Nullpunkten gar nichts passiert (darum dreht sich entweder der Teller oder das Magnetron für eine gleichmäßige Erwärmung).

Offen: Wie genau ist da die Raumgeometrie, warum ist das auf der Pappe passend?

Abstand der Maxima ist die *halbe* Wellenlänge.

Frequenz steht hinten auf der Mikrowelle (vmtl. 2,45 GHz).

Formel: $\lambda = c / f$ (λ = Wellenlänge, c = Ausbreitungsgeschwindigkeit, f = Frequenz)

Auflösen nach c und einsetzen, um die Lichtgeschwindigkeit zu berechnen:

$$c = \lambda \cdot f \approx 299792,458 \text{ km/s}$$

Referenzen

- <http://scienceblogs.de/astrodicticum-simplex/2009/03/26/wie-man-mit-schokolade-die-lichtgeschwindigkeit-bestimmt/>

Plasma in der Mikrowelle

Vorüberlegungen

- Wieviele Aggregatzustände gibt es?
- *fest, flüssig, gasförmig* – aber ein *Plasma* wird auch als vierter Aggregatzustand bezeichnet (gibt noch mehr, siehe Link)

Versuchsaufbau

1. Eine Weintraube fast ganz durchschneiden, so dass beide Hälften noch über ein dünnes Stück Haut verbunden sind.
2. Auf einen Ton- oder Keramikteller in die Mikrowelle legen (dem normalen Glas-Drehteller könnte es zu heiß werden) und ein (dünnwandiges) Glas darüberstülpen.
3. Minkorrekt-Verfeinerung: Eine Lage Küchenkrepp (ausgefleddert) auf die Schnittstelle der Weintraubenhälften legen und das Glas auf Zwiebackstückchen aufbocken.
4. Die Mikrowelle auf voller Leistung anmachen und zurücktreten.
5. Sobald das Plasma zündet, die Mikrowelle schnell wieder ausmachen! (Literatur sagt: 10 bis 20 Sekunden)
6. Obacht, heiß!

Erwartete Beobachtung

- Es bildet sich ein hell leuchtendes Plasma über der halbierten Weintraube, das sich im Glas sammelt.
- Das Magnetron brummt (Resonanz).

Erklärung

Die Wellenlänge der Mikrowelle beträgt ca. 12 cm, die 3 cm lange Weintraube bildet dadurch eine $\lambda/2$ -Dipolantenne. Die Mikrowelle regt die Elektronen in der Weintraube an, sich 2,45 Millionen Mal pro Sekunde vom einen zum anderen Ende der Weintraube zu bewegen. Das erzeugt Reibung, insbesondere in dem dünnen Übergangsstück. Dort entsteht ein Lichtbogen, wenn das Übergangsstück schließlich verdampft.

Die Hitze macht es leicht, Elektronen aus den Atomen zu reißen, weil sie deutlich leichter und damit schneller in Schwingungen zu versetzen sind als die Protonen im Kern. Der Stickstoff (Hauptbestandteil mit ca. 78%) in der Luft wird *ionisiert* (Elektron verlässt Atomkern, dadurch sind Kern/Ion und einzelnes Elektron geladen und reagieren noch besser auf das Magnetfeld). Es bildet sich ein *Plasma*, ein stark ionisiertes Gas. Im ständig wechselnden Magnetfeld des Magnetron rekombinieren und teilen sich die Atome und Elektronen dabei fortwährend. Das eigentliche Leuchten entsteht beim Verlassen des

hochenergetischen Plasma-Zustandes, dann wird ein Photon abgestrahlt. Bei Stickstoff ergibt sich dabei eine charakteristische gelbe Farbe.

Blitze sind Plasma-Entladungen (damit ging es ja auch beim Zünden los), das gerade war ungefähr ein Kugelblitz.

Referenzen

- <http://minkorrekt.de/methodisch-inkorrekt-folge-16-sturm-des-wissens/>
- https://de.wikipedia.org/wiki/Aggregatzustand#Nichtklassische_Aggregatzust.C3.A4nde