

ARBEITSGEMEINSCHAFTEN

PHYSIK/TECHNIK

Arbeitsblätter zur Unterrichtsgestaltung der
Arbeitsgemeinschaften Physik/Technik

Wasser	255
Luft	271
Mechanik, Akustik, Optik	287
Magnetismus	305
Elektrizität	321
Chemikalien — Einstufung und Kennzeichnung	339

Urheberrechtsklausel

Alle Rechte vorbehalten. Alle Texte und Abbildungen sowie deren Arrangements in den Arbeitsblättern unterliegen dem Urheberrecht und anderen Regelungen zum Schutze des geistigen Eigentums. Jede Vervielfältigung und Verbreitung zu kommerziellen Zwecken ist ohne unsere vorherige schriftliche Zustimmung untersagt und wird nach den geltenden Gesetzen verfolgt.

Bei der Zusammen- und Herstellung der Texte und Abbildungen wurde mit größter Sorgfalt vorgegangen; für Irrtümer, die bei der Zusammen- und Herstellung der Arbeitsblätter der »Arbeitsgemeinschaften Naturwissenschaften und Technik« unterlaufen sind, ist dessen ungeachtet jede Haftung ausgeschlossen.

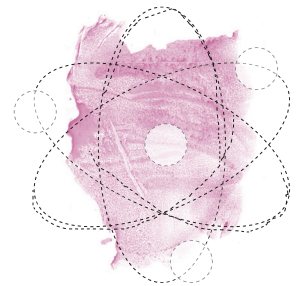
© Copyright 2014 by BASF SE, Chemieverbände Rheinland-Pfalz

Arbeitsgemeinschaften Naturwissenschaften und Technik

Eine Zusammenarbeit der BASF SE, der Chemieverbände Rheinland-Pfalz und 10 Gymnasien der Metropolregion Rhein-Neckar

ARBEITSGEMEINSCHAFTEN

PHYSIK / TECHNIK



Experimente Wasser

Versuche mit Wasser

1. Fließendes Wasser	256
2. Wasser in die Flasche	256
3. Wasser aus der Flasche	256
4. Fliegendes Wasser	256
5. Anziehendes Wasser	257
6. Noch mehr Wasser	257
7. Unter Wasser	257
8. Auswertung	258

Dichte

9. Dichte verschiedener Körper	259
10. Verdrängung von Wasser	259
11. Lösen von Salz	260
12. Der Flaschentaucher	260
13. Bau eines Aräometers	261

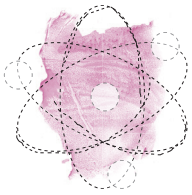
Oberflächenspannung

14. Entspannte Kraft	262
15. Pfeffer in Bewegung	262

Temperatur

16. Temperaturschätzung	263
17. Temperaturmessung	264
18. Siedetemperatur von Wasser	267
19. Schmelztemperatur von Wasser	268
20. Kältemischungen	269

! Beachte beim Experimentieren die Hinweise in den Kapiteln »Sicheres Arbeiten im Labor« (Seite 7 ff.) und »Chemikalien Arbeitsgemeinschaften Physik/Technik — Einstufung und Kennzeichnung« (Seite 339 ff.).



Versuche mit Wasser

1. Fließendes Wasser

Materialien

2 große Gefäße
(eines davon mit Wasser gefüllt)

Stuhl oder Tisch

Schlauchstück

Durchführung

1. Aufgabe: Das Wasser soll durch den Schlauch von einem Gefäß in das andere transportiert werden. Überlege dir einen Versuchsaufbau.
2. Beschreibe kurz den Versuchsaufbau und die Durchführung des Versuchs (siehe Tabelle).

2. Wasser in die Flasche

Materialien

Erlenmeyerkolben

Trinkhalm, Trichter

Durchbohrter Gummistopfen

Gefäß mit Wasser

Durchführung

1. Setze den Trichter mit dem Stopfen auf den leeren Erlenmeyerkolben.
2. Gieße nun Wasser möglichst schnell in den Trichter. Notiere deine Beobachtungen.
3. Das Wasser soll nun gleichmäßig in den Erlenmeyerkolben fließen. Wie kannst du das erreichen? Gib Lösungsvorschläge an (siehe Tabelle).

3. Wasser aus der Flasche

Materialien

Wassergefüllte Flasche

Stoppuhr

Durchführung

1. Aufgabe: Das Wasser soll möglichst schnell aus der Flasche ausgegossen werden. Probiere unterschiedliche Gießmethoden aus.
2. Stoppe die Zeiten, die du zum Entleeren der Flasche benötigst. Trage sie in die Tabelle ein.

4. Fliegendes Wasser

Materialien

Großes Gefäß gefüllt mit Wasser

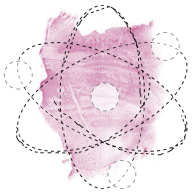
Becherglas

Durchführung

1. Tauche das Becherglas in das große Gefäß unter Wasser und stelle es auf den Kopf.
2. Hebe es so an, dass der Rand unter Wasser bleibt.

Auswertung

Notiere deine Beobachtung und erkläre diese (siehe Tabelle).



Versuche mit Wasser

5. Anziehendes Wasser

Materialien

Glas
Wasser
(Spiel-)Karte

Durchführung

1. Fülle das Glas mit Wasser.
2. Drücke die Karte fest auf das Glas.
3. Halte die Karte fest und drehe das Glas um.
4. Nimm die Hand von der Karte.

Auswertung

Notiere deine Beobachtung und erkläre diese (siehe Tabelle).

6. Noch mehr Wasser

Materialien

Großes Gefäß mit Wasser gefüllt
Trichter

Durchführung

1. Halte die untere Öffnung des Trichters zu und fülle den Trichterhals mit Wasser.
2. Drehe den Trichter schnell herum und halte ihn so tief unter Wasser, dass nur noch ein kleiner Teil des Halses aus dem Wasser ragt.

Beobachtung

Was passiert, wenn du den Finger von der Öffnung nimmst?
Notiere kurz deine Beobachtung (siehe Tabelle).

7. Unter Wasser

Materialien

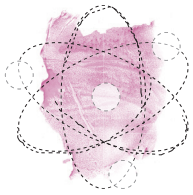
Glas
Korken
Großes Gefäß mit Wasser gefüllt
Küchenpapier

Durchführung

1. Stecke das Küchenpapier in das Glas und drücke es am Boden fest.
2. Lege den Korken auf die Wasseroberfläche.
3. Stülpe das Glas über den Korken und tauche es ins Wasser, bis es den Boden berührt.

Beobachtung

Was passiert beim letzten Schritt?
Notiere kurz deine Beobachtung und erkläre diese (siehe Tabelle).



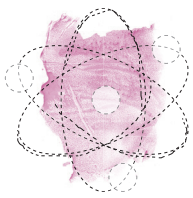
Versuche mit Wasser

8. Auswertung

Auswertung

Trage die Ergebnisse der Versuche 1 bis 7 in die Tabelle ein.

Experiment	Lösung zur Aufgabe			
1.				
2.				
3.	Beschreibung der Gießmethode			
	benötigte Zeit			
4.				
5.				
6.				
7.				



Dichte

9. Dichte verschiedener Körper

Materialien

Gleiche Körper aus unterschiedlichen Materialien (z. B. Würfel aus Holz, Styropor, Aluminium und Eisen) Waage
Becherglas mit Wasser gefüllt

Durchführung

1. Finde heraus, welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede die Körper haben.
2. Lege nun alle Körper mit einer gemeinsamen Eigenschaft nacheinander in das mit Wasser gefüllte Becherglas.

Beobachtung

Beobachte, was mit den Körpern passiert.

Finde heraus, welche Körper sich im Wasser gleich verhalten. Finde heraus, von welcher Eigenschaft das Verhalten der Körper im Wasser abhängt.

10. Verdrängung von Wasser

Materialien

Überlaufgefäß Messzylinder 10 ml
Styroporscheibe mit Vertiefung Waage
Metallklötzchen (z. B. Kupfer) Wasser

Durchführung

1. Wiege zunächst das Metallstück.
2. Gib an, wie viel Wasser verdrängt wird, wenn das Klötzchen direkt ins Wasser geworfen wird. Formuliere deine Antwort allgemein (in Worten, nicht in Zahlen).
3. Fülle das Überlaufgefäß mit Wasser, so dass Wasser aus dem Röhrchen herausläuft.
4. Warte ab, bis alles überschüssige Wasser abgelaufen ist.
5. Lege jetzt die Styroporscheibe auf die Wasseroberfläche.
6. Schätze zunächst, wie viel Wasser herauslaufen wird, wenn du das Metallstück in die vorgesehene Vertiefung der Scheibe legst.

Schätzung: _____

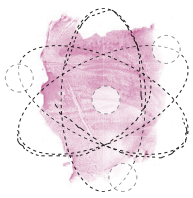
7. Vom überlaufenden Wasser sollen sowohl die Masse (durch Abwiegen) als auch das Volumen bestimmt werden. Überlege zuerst, wie du vorgehen musst, um die Masse zu ermitteln.
8. Stelle dann den Messzylinder unter das Röhrchen und lege das Metallstück auf das Styropor.

Auswertung

Messergebnisse

Masse: _____ Volumen: _____

Vergleiche die Messergebnisse mit deiner Schätzung. Beachte, dass die Volumenmessung nicht sehr genau ist.



Dichte

11. Lösen von Salz

Materialien

1 Stück Karotte
Löffel zum Umrühren
Becherglas

Chemikalien

Wasser
Natriumchlorid (Kochsalz)

Durchführung

1. Fülle das Becherglas mit Wasser und lege das Karottenstück hinein.
2. Gib nun nach und nach Salz in das Wasser und rühre mit dem Löffel um.

Auswertung

Beobachte, was mit der Karotte passiert, wenn man immer mehr Salz in das Wasser schüttet. Welche physikalischen Größen der Flüssigkeit ändern sich?

12. Der Flaschentaucher

Materialien

Trinkhalm
Schere
Heißklebepistole
Knetmasse
PET-Flasche mit Schraubverschluss
2 Bechergläser mit Wasser

Sicherheit

Verbrennungsgefahr! Lass dich von deinem Lehrer in den sicheren Umgang mit der Heißklebepistole einweisen.

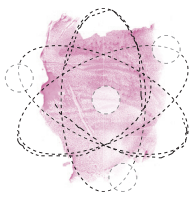
Durchführung

1. Schneide ein 3 cm langes Stück vom Trinkhalm ab und verschließe ein Ende mit der Heißklebepistole (Vorsicht heiß!).
2. Befestige am anderen Ende des Trinkhalms etwas Knetmasse und achte darauf, dass dabei die Öffnung nicht verschlossen wird.
3. Durch Zugabe oder Wegnahme von Knetmasse (tarieren) erreichst du, dass der Trinkhalm senkrecht im Wasser des Becherglases schwimmt und gerade nicht untergeht. Der Flaschentaucher ist fertig.
4. Fülle nun eine PET-Flasche bis zwei Zentimeter unterhalb des Verschlusses mit Wasser.
5. Setze den Flaschentaucher in die Flasche, verschließe sie luftdicht und drücke sie anschließend langsam zusammen.

Auswertung

Welche Beobachtungen machst du?

1. Welche Voraussetzung muss ein Körper erfüllen, damit er in Wasser schwimmt? Schwimmt Knetmasse?
2. Wie unterscheiden sich Wasser und Luft, wenn man Druck auf sie ausübt?
3. Erkläre nun mit den unter Punkt 1 und 2 gewonnenen Erkenntnissen, warum der Flaschentaucher ab- und auftaucht.
4. Wie kannst du deine unter Punkt 3 gewonnene Erklärung experimentell nachweisen?



Dichte

12. Der Flaschentaucher

Auswertung

Vertiefung der Erkenntnisse

1. Triere einen Flaschentaucher in einem Becherglas mit warmem Wasser aus.
2. Setze diesen Flaschentaucher nun in ein Becherglas mit kaltem Wasser.
3. Welche Beobachtung machst du und wie kannst du sie erklären?

13. Bau eines Aräometers

Das Aräometer ist ein einfaches Gerät zur Messung der Dichte von Flüssigkeiten.

Materialien

Trinkhalm

Knetmasse, Lineal

Wasserfeste Folienstifte in verschiedenen Farben

Glas gefüllt mit Wasser

Chemikalien

Verschiedene Flüssigkeiten (z.B. Wasser, Kochsalzlösung, Zuckerlösung, Tapetenkleister, Sirup oder Öl)

Durchführung

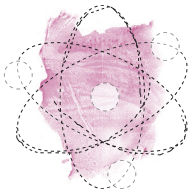
1. Verschließe eine Seite des Trinkhalms mit einer Kugel aus Knetmasse. Wenn du den Trinkhalm nun mit der Knetmasse nach unten in ein Glas Wasser tauchst, sollte er senkrecht im Wasser schwimmen. Dazu musst du eventuell die Kugel kleiner oder größer machen.
2. Tauche das Aräometer in die verschiedenen Flüssigkeiten.

Auswertung

Kennzeichne die Einsinktiefe in den unterschiedlichen Flüssigkeiten mit verschiedenen Farben und notiere diese in der Tabelle.

Flüssigkeit	1	2	3	4
Farbe des Folienstiftes				
Eintauchtiefe [cm]				

Formuliere einen Zusammenhang zwischen der Eintauchtiefe und der Dichte der Flüssigkeit.



Oberflächenspannung

14. Entspannte Kraft

Materialien

Glas

Geldmünzen

Pappe

Chemikalien

Wasser

Spülmittel

Durchführung



1. Schneide aus Pappe einen Kreis mit einer »Zunge« aus (siehe Abbildung). Der Kreis soll genauso groß sein, wie der Durchmesser des Glases, und die Zunge soll gerade genug Platz zum Stapeln von Geldmünzen bieten.
2. Fülle ein Glas randvoll mit Wasser und lege den Pappdeckel so auf das Glas, dass die Zunge über den Rand ragt.
3. Türme so viele Münzen auf die Zunge, bis der Deckel hochklappt.
4. Gib nun zwei Tropfen Spülmittel ins Wasser und führe den Versuch noch einmal durch.

Auswertung

Was beobachtest du?

Wie viele Münzen kannst du auf den Deckel legen, so dass er gerade noch liegen bleibt? Was passiert bei Zugabe des Spülmittels?

15. Pfeffer in Bewegung

Materialien

Petrischale

Wattestäbchen

Sicherheit

Wasser

Spülmittel

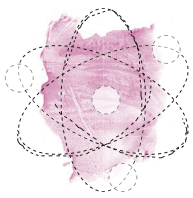
Pfeffer

Durchführung

1. Fülle das Unterteil der Petrischale mit Wasser.
2. Streue auf die Wasseroberfläche etwas Pfeffer.
3. Tauche ein Wattestäbchen in das Spülmittel und berühre damit die Wasseroberfläche.

Auswertung

Was beobachtest du? Wie kannst du deine Beobachtung erklären?



Temperatur

Einführung

Die Temperatur bezeichnet den Wärmezustand eines Stoffes. Sie ist eine wichtige Größe bei chemischen Reaktionen.

16. Temperaturschätzung

Dieser Versuch sollte zusammen mit Versuch 17 »Temperaturmessung« durchgeführt werden.

Materialien

3 Schüsseln
Wasser (kalt, lauwarm, warm)

Flüssigkeitsthermometer

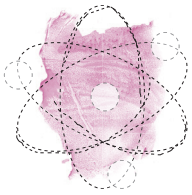
Durchführung

1. Nimm drei Schüsseln und fülle die erste mit kaltem, die zweite mit lauwarmem und die dritte mit warmem Wasser.
2. Stecke gleichzeitig eine Hand in die Schüssel mit kaltem Wasser und die andere in die Schüssel mit warmem Wasser. Verharre so etwa eine halbe Minute.
3. Tauche dann beide Hände zusammen in die Schüssel mit lauwarmem Wasser.

Beobachtung

Wie kommt dir das lauwarne Wasser vor?
Schätze die Wassertemperatur in den drei Schalen:

Schale	mit kaltem Wasser	mit lauwarmem Wasser	mit warmem Wasser
Temperatur [°C]			



Temperatur

17. Temperaturmessung

Dieser Versuch sollte zusammen mit Versuch 16 »Temperaturschätzung« durchgeführt werden.

Einführung

Der Versuch 16 zeigt dir, dass unser Temperatiergefühl gar nicht so zuverlässig ist. Deshalb benötigst du zur genauen Temperaturbestimmung ein Thermometer.

Schau dir die unterschiedlichen Teile und die Skala eines Thermometers genau an.

Wie groß ist der Messbereich deines Thermometers?

Höchste Temperatur: _____

Niedrigste Temperatur: _____

Kennst du unterschiedliche Arten von Thermometern?

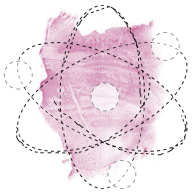
In Flüssigkeitsthermometern wird die Ausdehnung der Flüssigkeiten bei Erwärmung genutzt. Ist die Ausdehnung bei gleicher Temperaturänderung in den verschiedenen Flüssigkeiten unterschiedlich groß oder gleich groß?

Mit welchem Versuch könnte man das untersuchen? _____

In welcher Einheit wird die Temperatur angegeben? _____

War das schon immer so?

Erste Thermometer zur Temperaturmessung wurden vor etwa 400 Jahren gebaut. Die gebräuchlichen Thermometer damals waren allerdings alle verschieden, sodass man die unterschiedlichen Temperaturmessungen nicht miteinander vergleichen konnte. In der Regel wurden die Skalen so eingeteilt, dass sie bei der tiefsten Wintertemperatur begannen und bei der höchsten Sommertemperatur endeten. Nun war aber die tiefste Wintertemperatur ebenso wie die höchste Sommertemperatur nicht an jedem Ort und in jedem Jahr die gleiche. Hinzu kam noch, dass der Abstand zwischen beiden Temperaturen auf der Skala in unterschiedlich viele Abschnitte eingeteilt war.



Temperatur

17. Temperaturmessung

Deshalb wurde vorgeschlagen, die Skala auf bestimmte **Fixpunkte**, d. h. auf unter bestimmten Voraussetzungen unveränderliche Temperaturen zu beziehen, die überall leicht erzielt werden können.

Der holländische Physiker und Mathematiker **Christiaan Huygens** schlug schon damals vor, man solle bei der Einteilung von Thermometerskalen Eigenschaften des Wassers zu Hilfe nehmen. Die Skalen sollten mit der **Schmelztemperatur** des Wassers beginnen und mit der **Siedetemperatur** des Wassers enden.

Der Schwede **Anders Celsius** schlug vor, den **Abstand** zwischen den Temperaturpunkten in 100 gleiche Teile aufzuteilen. In allen europäischen Staaten werden heute die Temperaturen mit den von Celsius vorgeschlagenen Thermometern gemessen.

Celsius-Skala

Nach Anders Celsius, schwedischer Astronom (1701–1744)

-273°C	0°C	100°C
absoluter Nullpunkt	Gefrierpunkt von Wasser	Siedepunkt von Wasser

Hinter den Temperaturangaben steht deshalb stets ein _____. Ein Grad Celsius ist der _____ Teil des Abstandes zwischen dem _____ und dem _____ des Wassers.

In der Praxis kommen hauptsächlich zwei Messgrößen zum Einsatz: Grad Celsius (°C) und Grad Fahrenheit (°F), das im englischsprachigen Raum dominiert: $[°F] = [°C] \cdot 1,8 + 32$

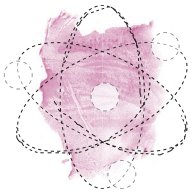
Beide Temperaturskalen sind jeweils durch zwei Punkte festgelegt.

Kelvin-Skala

Nach Lord Kelvin (1824–1907)

Die in der Physik verwendete Messgröße für die Temperatur ist Kelvin. Der Zusammenhang zwischen der Kelvin-Skala und der Celsius-Skala ist der folgende: $[K] = [°C] + 273,15$

0 K	273 K	373 K
absoluter Nullpunkt	Gefrierpunkt von Wasser	Siedepunkt von Wasser



Temperatur

17. Temperaturmessung

Durchführung

Materialien und Aufbau wie Versuch 16 »Temperaturschätzung«.

Nimm ein Flüssigkeitsthermometer und miss die Temperatur in den drei Wasserschüsseln.

Beobachtung

Beobachte dabei genau, was beim Messen passiert.

Die Thermometersäule _____ beim Erwärmen.

Die Thermometersäule _____ beim Abkühlen.

Wann ist die Temperaturmessung beendet?

Auswertung

Welche Temperaturen hast du in den drei Schüsseln gemessen?

Schale	mit kaltem Wasser	mit lauwarmem Wasser	mit warmem Wasser
Temperatur [°C]			

Vergleiche die gemessenen Werte mit den geschätzten Werten aus Versuch 16.

Lehrerinformation

Verschiedene Thermometer

1. Flüssigkeitsthermometer

Prinzip: Volumenausdehnung von Flüssigkeiten (z. B. Alkohol) beim Erwärmen

2. Gasthermometer

Prinzip: Druckmessung

3. Widerstandsthermometer

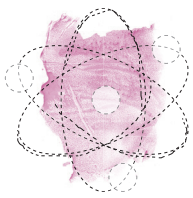
Prinzip: Zunahme des elektrischen Widerstands von Metallen bei steigender Temperatur

4. Thermoelement

Prinzip: Spannung an der Verbindungsstelle zweier verschiedener Metalle

5. Optisches Thermometer = Strahlungspyrometer

Prinzip: Vergleich der Helligkeiten glühender Körper



Temperatur

18. Siedetemperatur von Wasser

Materialien

Erlenmeyerkolben 250 ml
Messzylinder 150 ml
Flüssigkeitsthermometer
Bunsenbrenner
Stativ mit Klemmen
Vierfuß mit Ceranplatte
Wasser
Siedesteine

Sicherheit

Verbrennungsgefahr! Trage beim Umgang mit dem Bunsenbrenner eine Schutzbrille. Binde lange Haare zurück. Lass dich in den sicheren Umgang mit dem Bunsenbrenner einweisen und arbeite nur unter Aufsicht deines Lehrers.



Durchführung

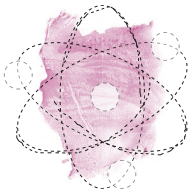
1. Fülle den Erlenmeyerkolben mit 120 ml Wasser, gib einige Siedesteine hinzu und stelle den Kolben auf die Ceranplatte.
2. Spanne dann das Thermometer vorsichtig so in die Klemme, dass es in die Flüssigkeit eintaucht.
3. Stelle beim Brenner die rauschende Flamme ein und erhitze den Erlenmeyerkolben.

Auswertung

Lies nun alle 30 Sekunden die Temperatur ab und trage sie in die Tabelle ein.

t [min]	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8
T [°C]																

Stelle fest, um wie viel Grad die Wassertemperatur innerhalb von jeweils 30 Sekunden gestiegen ist. Was geschieht, wenn das Wasser siedet? Zeichne ein Temperatur-Zeit-Diagramm aus den Daten der Tabelle.



Temperatur

19. Schmelztemperatur von Wasser

Materialien

Trichter

Stativ mit Klemmen

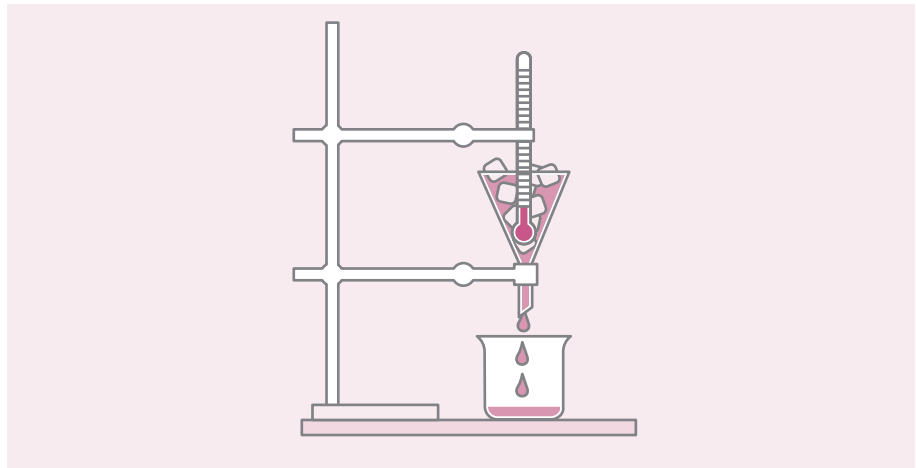
Becherglas

Zerstoßenes Eis

Thermometer

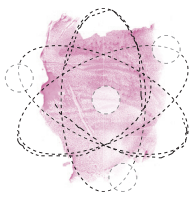
Durchführung

1. Befestige einen Trichter mit Klemme am Stativ (siehe Abbildung).
2. Stelle ein Becherglas unter den Trichter, um Schmelzwasser auffangen zu können.
3. Klemme das Thermometer in der angegebenen Position vorsichtig (!) fest.
4. Fülle den Trichter mit zerstoßenem Eis.
5. Miss die Temperatur des Schmelzwassers.



Auswertung

Eigentlich müsste Schmelzwasser das kälteste Wasser sein, das es gibt, denn es war ja eben noch Eis! Welche Temperatur kannst du ablesen?






Temperatur

20. Kältemischungen

Materialien

6 Bechergläser 250 ml
 Glasstab
 Großer Mörser
 Spatel
 Thermometer (Messbereich bis -50°C)
 Waage

Chemikalien

Natriumchlorid (Kochsalz) Zerkleinerte Eisstücke, Wasser
 Kaliumnitrat (Salpeter)  **Gefahr**
 Calciumchlorid-Hexahydrat  **Achtung**
 (kristallin; unbedingt das Hexahydrat verwenden!)
 Ammoniumchlorid (Salmiak)  **Achtung**

Sicherheit

Trage eine Schutzbrille und Kälteschutz-Handschuhe.



Durchführung

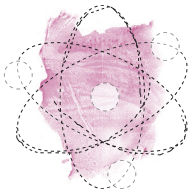
Mit den folgenden Kühlmitteln lassen sich Temperaturen von 0°C bis -49°C erreichen.

1. Beschrifte die Bechergläser mit 1 bis 6.
2. Mische jeweils die in der Tabelle genannten Substanzen miteinander im entsprechenden Becherglas. Zerkleinere dafür die Eisstücke mit einem großen Mörser möglichst klein.
3. Rühre mit dem Glasstab um und stecke das Thermometer in die Masse, bevor sie fest wird.

Auswertung

Verfolge den Temperaturverlauf und trage die Ergebnisse in die Tabelle ein. Wie kannst du sie erklären? Warum kannst du Natriumchlorid zum Salzen der Straßen bei Glatteis verwenden?

Kühlmittel (Kältemischung)	Erreichbare Temperatur [°C]
1. Eis	
2. 10 g Wasser (Zimmertemperatur) + 25 g Calciumchlorid-Hexahydrat	
3. 10 g Wasser (Zimmertemperatur) + 3,3 g Ammoniumchlorid + 3,3 g Kaliumnitrat	
4. 10 g Wasser (Zimmertemperatur) + 10 g Ammoniumchlorid + 10 g Kaliumnitrat	
5. 10 g Zerkleinertes Eis + 3,3 g Natriumchlorid	
6. 10 g Zerkleinertes Eis + 10 g Calciumchlorid-Hexahydrat	



Lehrerinformation

- Ergebnisse:**
1. 0°C
 2. -8°C (Beim Calciumchlorid-Hexahydrat erfolgt ein endothermer Übergang des kristallisierten Zustands in den gelösten Zustand.)
 3. -12°C (endotherme Umkristallisation)
 4. -25°C (endotherme Umkristallisation)
 5. -20°C
 6. -49°C

Lehrerversuch

An dieser Stelle können Sie sehr eindrucksvoll in einem Lehrerversuch das Kühlen mit Trockeneis (festes Kohlenstoffdioxid) und flüssigem Stickstoff demonstrieren.

Kühlen mit Aceton/Trockeneis

Aceton   **Gefahr**

Sicherheit: Schutzbrille und Kälteschutz-Handschuhe tragen.



In ein Dewar-Gefäß werden einige zerkleinerte Stücke Trockeneis in Aceton gegeben. Die Temperatur fällt bis auf -78°C.

Kühlen mit flüssigem Stickstoff

Flüssiger Stickstoff  **Achtung**

Sicherheit: Schutzbrille und Kälteschutz-Handschuhe tragen.

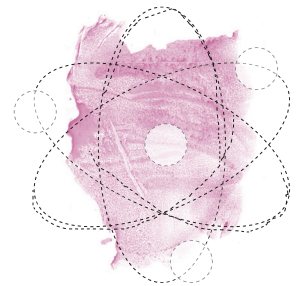


Stickstoff siedet bei -196°C. Mit flüssigem Stickstoff kann man diese Temperatur annähernd erreichen. Taucht man eine Rose kurz kopfüber in ein Dewar-Gefäß, das mit flüssigem Stickstoff gefüllt ist, kann man diese anschließend an der Tischkante zersplittern.

Man verwendet flüssigen Stickstoff beispielsweise zum Einfrieren von biologischem Material.

ARBEITSGEMEINSCHAFTEN

PHYSIK / TECHNIK



Experimente Luft

Unsichtbare Luft

1. Anhängliche Pappstreifen 272
2. Anhängliche Kerzenflammen 272
3. Luftstrom mit Hindernissen 273
4. Die schwebende Kugel 273
5. Tragflächenmodell im Gegenwind 274
6. Der magere Hubschrauber 274

Heißluftballon

7. Steigen — Schweben — Sinken 275
8. Bau eines Heißluftballons 276

Luftdüsenantrieb

9. Raketenauto 280

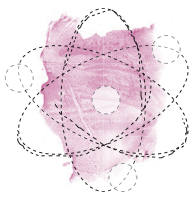
Veränderter Luftdruck

10. Seltsame Flaschen 282
11. Die zerknüllte Getränkedose (Lehrerversuch) 284

Membranen

12. Filtrieren von naturtrübem Apfelsaft 285
13. Osmose 285

**! Beachte beim Experimentieren die Hinweise im Kapitel
»Sicheres Arbeiten im Labor« (Seite 7 ff.).**



Unsichtbare Luft

1. Anhängliche Pappstreifen

Materialien

2 Kartonstreifen (z. B. Fotokarton; 2,5 cm breit, 30 cm lang)

Durchführung

1. Knicke bei zwei Kartonstreifen an der Schmalseite einen etwa 1,5 cm breiten Rand um.
2. Rolle die Streifen um den Rand herum locker auf und entrolle sie dann wieder.
3. Lege die Streifen an der Knickstelle auf zwei Schreibstifte (oder einfach auf deine Fingerspitzen) und halte die beiden Streifen parallel zueinander, so dass sich die gewölbten Seiten im Abstand von 4 bis 5 cm gegenüberstehen.
4. Blase dann von oben in die Mitte zwischen die Streifen.

Auswertung

Was beobachtest du? Hast du eine Erklärung dafür?

2. Anhängliche Kerzenflammen

Materialien

Wasserstrahlpumpe

Kerze

Kleiner und großer Trichter

Streichhölzer oder Feuerzeug

Sicherheit

Verbrennungsgefahr! Sei vorsichtig im Umgang mit der offenen Flamme und dem heißen Kerzenwachs. Binde lange Haare nach hinten zusammen.

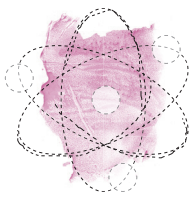
Durchführung

1. Drehe den Wasserhahn, an dem die Wasserstrahlpumpe angebracht ist, voll auf. Verschließe mit dem Daumen das Schlauchende. Was fühlst du?
2. Stecke jetzt den Stiel des kleinen Trichters in den Schlauch. Zünde die Kerze an und halte den Trichter so an die Kerzenflamme, dass die Flammenspitze vor der Mitte des Trichters ist.
3. Halte jetzt den großen Trichter dicht neben die Kerzenflamme und zwar wieder so, dass die Flammenspitze vor der Mitte des Trichters ist. Puste dann — ohne den Trichter mit dem Mund zu berühren — durch den Trichterstiel gegen die Flamme.

Auswertung

Was beobachtest du, wenn du die Kerzenflamme vor den kleinen Trichter hältst?

Was passiert, wenn du gegen die Flamme pustest? Hast du eine Erklärung dafür?



Unsichtbare Luft

3. Luftstrom mit Hindernissen

Materialien

Verschieden geformte Körper (z. B. Buch, Glasflasche, Dreieck aus Pappe, Ball, breites Lineal, CD) Kerze
Streichhölzer oder Feuerzeug Föhn

Sicherheit

Verbrennungsgefahr! Sei vorsichtig im Umgang mit der offenen Flamme und dem heißen Kerzenwachs. Binde lange Haare nach hinten zusammen.

Durchführung

1. Zünde die Kerze an und stelle bzw. halte den ersten Körper davor. Blase dann von vorn mit dem Föhn gegen das Hindernis.
2. Verändere die Abstände von Kerze und Föhn zum Hindernis. Probiere verschiedene Stellungen von Kerze und Föhn aus.
3. Führe den Versuch auch mit den anderen Körpern durch.

Auswertung

Notiere deine Beobachtungen und erstelle eine Tabelle. Kannst du Gemeinsamkeiten und Unterschiede erkennen?

4. Die schwebende Kugel

Materialien

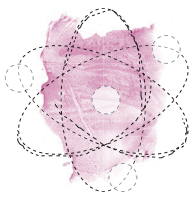
Styroporkugel Tischtennisball
Föhn

Durchführung

1. Richte den Luftstrom des Föhns senkrecht nach oben und versuche, eine Styroporkugel auf dem Luftstrom zu balancieren.
2. Wenn es dir gelungen ist, drehe den Föhn langsam zur Seite. Achte darauf, dass der Luftstrom immer auf die Kugel gerichtet ist.
3. Probiere es auch mit dem Tischtennisball.

Auswertung

Finde eine Erklärung für deine Beobachtungen.



Unsichtbare Luft

5. Tragflächenmodell im Gegenwind

Materialien

Tragflächenmodell
Föhn
Waage

Durchführung

1. Wiege das Tragflächenmodell mit Ständer.
2. Blase dann mit dem Föhn waagrecht von vorn gegen die Tragfläche und beobachte die Anzeige der Waage.

Auswertung

Ändert sich das Gewicht des Tragflächenmodells? Finde eine Erklärung.

6. Der magere Hubschrauber

Materialien

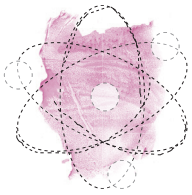
Propellermodell
Holzblock mit Bohrung
Faden

Durchführung

1. Wickle den Faden um die Halterung (den Stab) am Propeller.
2. Stecke den Stab in die Bohrung.
3. Schiebe die Fadenwicklung ganz nach unten bis auf den Holzblock.
4. Ziehe ruckartig den Faden ab.
5. Wiederhole den Versuch und wickle jetzt den Faden in umgekehrter Richtung um den Stab.

Auswertung

Was beobachtest du, wenn du den Faden abziehst?
Ändert sich etwas, wenn du den Faden in umgekehrter Richtung um den Stab wickelst?



Heißluftballon

7. Steigen — Schweben — Sinken

Materialien

Leerer Teebeutel

Zündhölzer

Schere

Feuerfeste Unterlage und Decke

Sicherheit

Trage eine Schutzbrille. Verbrennungsgefahr! Sei vorsichtig im Umgang mit der offenen Flamme. Binde lange Haare nach hinten zusammen. Arbeite nur in Gegenwart deines Lehrers.



Durchführung

1. Schneide die geschlossene Seite eines leeren Teebeutels auf.
2. Forme einen Zylinder aus dem Teebeutel und stelle diesen auf eine feuerfeste Unterlage.
3. Zünde den oberen Zylinderrand an mehreren Stellen möglichst gleichzeitig an.

Auswertung

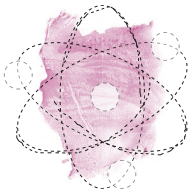
Was beobachtest du? Finde eine Erklärung.

Lehrerinformation

Beim Abbrennen des Teebeutels erwärmt sich die Luft in der Nähe des brennenden Beutels. Der weitgehend abgebrannte und daher leichte Teebeutel steigt mit den heißen Verbrennungsgasen auf. Unten strömt kalte Luft zum Teebeutel nach, erwärmt sich und verstärkt den Vorgang (»Kamineffekt«). Der brennende Teebeutel wird mit dem aufsteigenden Luftstrom emporgehoben.

Achtung: Da nicht jeder Teebeutel wie gewünscht abheben wird, ist eine feuerfeste Unterlage absolut notwendig. Bei der Durchführung im abgeschlossenen Raum ist ebenfalls darauf zu achten, dass die Raumdecke und daran befestigte Gegenstände keine Brandgefahr darstellen. Die Asche- und Papierreste steigen ungeahnt zügig und vor allem hoch auf.

Während und nach der Durchführung des Experiments sollte es möglichst windstill sein: Während des Experiments, damit der Zylinder nicht umfällt und der warme Luftstrom nicht gestört wird. Nach dem Experiment, damit die extrem leichten, noch zusammenhängenden Aschereste nicht auseinanderfallen und überall verteilt werden.



Heißluftballon

8. Bau eines Heißluftballons

Einführung

»Damit ein Körper im Wasser schwimmt, muss dieser leichter als Wasser sein.«

Bei dieser Behauptung musst du als physikalisch vorgebildeter Mensch sofort protestieren:

»Damit ein Körper im Wasser schwimmt, muss _____
_____.«

Diese Erkenntnis können wir auf das »Luftmeer«, in dem wir leben, übertragen:

»Damit ein Körper in der Luft aufsteigen kann, muss seine Dichte kleiner sein als die der Luft.«

Nun kannst du leicht beobachten, dass sich Luft ausdehnt, wenn sie erwärmt wird. Wenn sich z.B. nach dem Ausgießen eine Schaumblase auf einer Bierflasche befindet und du die Flasche mit der Hand erwärmst, siehst du, dass die Blase langsam größer wird. Wenn das Volumen der eingesperrten Luft aber größer wird, muss die Dichte der Luft kleiner werden. Untersucht man die Ausdehnung der Luft beim Erwärmen durch Messungen, so **stellt man fest, dass sich ein Luftvolumen beim Erwärmen um 1°C um $\frac{1}{273}$ des Anfangswertes vergrößert**. Erwärmt man ein Luftvolumen also um 10°C, so dehnt es sich um $\frac{10}{273}$ aus. Erwärmt man um 91°C, so nimmt es um $\frac{91}{273}$ zu, **d.h. um _____**. Das gilt auch für alle anderen Gase.

Anstatt einen Ballon mit einem Gas geringerer Dichte zu füllen, kann man also auch heiße Luft benutzen. Weil die Luft im Ballon sich aber durch die dünne Ballonhaut sehr schnell wieder abkühlen würde, lässt sich ein Heißluftballon nicht geschlossen bauen. Er muss unten offen sein, damit die Luft immer wieder aufgeheizt werden kann.

Um die genauen Bedingungen, die beim Bau eines Heißluftballons eingehalten werden müssen, besser zu verstehen, greifen wir auf einige Alltagserfahrungen zurück. Gewöhnlich fallen Gegenstände nach unten. Der Grund dafür ist die Erdanziehungskraft oder Schwerkraft. Bezieht man sie auf einen bestimmten Körper, so bezeichnet man sie als die **Gewichtskraft** oder kurz das **Gewicht**. Gibt man ein Stück Holz oder Kork in Wasser, so schwimmt es. Um es unter Wasser zu drücken, muss man eine Kraft aufwenden. Lässt man es unter Wasser los, wird es wieder nach oben gedrückt. Es muss also eine Kraft nach oben wirken, die es hochtreibt. Diese Kraft bezeichnet man als **Auftriebskraft** oder kurz den **Auftrieb**. Sie wirkt auch dann, wenn der Körper nicht schwimmt. Hängt man einen Gegenstand an eine Waage und taucht ihn dann in Wasser, so zeigt die Waage weniger an. Der Gegenstand scheint also leichter zu werden. Dabei wird er gerade um so viel scheinbar leichter, wie das Wasser wiegt, das er verdrängt.

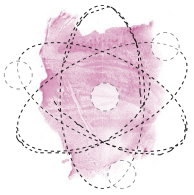
Die Auftriebskraft ist also so groß wie die Gewichtskraft des verdrängten Wassers.

Formuliere unter Verwendung der Begriffe Gewichtskraft und Auftriebskraft die Bedingung dafür, dass ein Körper im Wasser sinkt, dass er schwebt oder dass er schwimmt:

Sinken: _____

Schweben: _____

Schwimmen: _____



Heißluftballon

8. Bau eines Heißluftballons

Dasselbe, was wir eben für das Sinken oder Schwimmen in Wasser betrachtet haben, gilt auch in der Luft. Damit ein Ballon aufsteigen kann, muss seine Auftriebskraft, d. h. das Gewicht der Luft, die er verdrängt, größer sein als seine eigene Gewichtskraft.

Nun besteht ein Heißluftballon nicht nur aus Luft. Es würde dann reichen, die Luft nur ein wenig wärmer als die Umgebung zu machen. Die Hülle, der Korb, der Brenner, das Heizgas und die Fahrgäste haben ebenfalls ein Gewicht, das mit getragen werden muss.

Gedankenexperiment

Schätze ab, ob ein selbst gebauter Ballon aus einem Müllsack mit Spiritus-Heizung aufsteigen könnte.

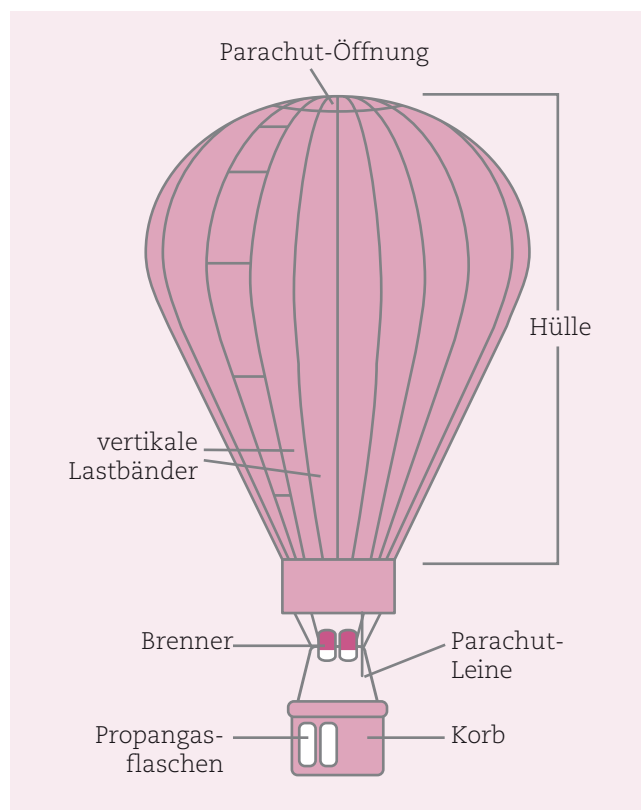
Trockene Luft hat bei 20°C eine Dichte von 1,2 g/l. Der Müllsack fasst ein Volumen von etwa 90 l. Die Luft in dem Müllsack wiegt _____ . Wenn wir bei dem Beispiel von oben bleiben und annehmen, dass wir die Luft um 91°C erwärmen, dehnt sie sich um $\frac{1}{3}$ aus. Da der Ballon unten offen ist, entweicht dieses Drittel aus dem Ballon. Die verbleibende Luft wiegt dann also noch _____ . Da die Ballonhülle hauchdünn ist, wiegt die verdrängte (äußere) Luft genau so viel wie die kalte Luft im Ballon. Damit der Ballon schwebt, müssen Auftrieb und Gewicht gleich sein. Die heiße Luft kann dann also noch so viel Ballast (Hülle usw.) tragen, wie sie selbst leichter ist als die verdrängte kalte Luft. Sie kann demnach noch _____ tragen.

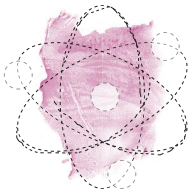
Wenn die Luft nicht um 90°C sondern nur um 60°C, also $\frac{2}{3}$ so stark erwärmt wird, entweicht auch nur $\frac{2}{3}$ der vorher berechneten Luftmenge. Demnach kann auch die getragene Last nur $\frac{2}{3}$ so groß sein.

Ein Probe-Ballon wiegt 24 g.

Wird der Ballon auch aufsteigen?

Das Bild zeigt dir den Aufbau eines Heißluftballons. **Überlege dir die Bedeutung der einzelnen Teile.**





Heißluftballon

8. Bau eines Heißluftballons

Materialien

Malerabdeckfolie

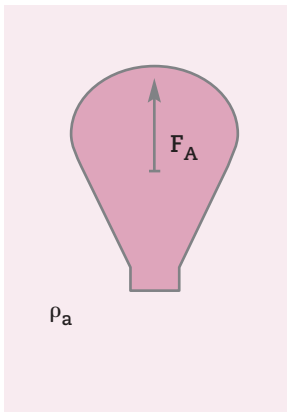
Klebeband, Draht, Föhn, Schere

Durchführung

1. Schneide von der Malerabdeckfolie eine 1,0 m breite und 1,7 m hohe Bahn ab.
2. Falte die Folie einmal in der Breite und klebe die Oberkante und die Seitenkante mit Klebeband zusammen. Es entsteht eine 50 cm breite und 1,7 m hohe Tüte.
3. Forme aus dem Draht einen Ring von etwa 30 cm Durchmesser und befestige die untere Öffnung der Tüte mit dem Klebeband daran. Die Folie muss dazu in Falten gelegt werden. Dein Heißluftballon ist fertig.
4. Blase mit dem Föhn heiße Luft durch die untere Öffnung in den Ballon und lass ihn aufsteigen.

Lehrerinformation

Für ein genaueres Verständnis der Ballon-Physik muss man zwei physikalische Gesetzmäßigkeiten heranziehen. Das Gesetz für den Auftrieb von Archimedes und das allgemeine Gasgesetz.



Warum muss ein Ballon so groß sein?

Das Gesetz von Archimedes

Die Auftriebskraft F_A eines Ballons ist gleich dem Gewicht der verdrängten (äußeren) Luft: $F_A = F_{g, \text{Luft}, a}$ oder $F_A = m_{\text{Luft}, a} \cdot g$ mit $g = 9,81 \text{ N/kg}$

Hat der Ballon das Volumen V und die verdrängte (äußere) Luft die Dichte ρ_a so gilt auch: $F_A = \rho_a \cdot g \cdot V$

Die Dichte der Luft bei Normalbedingungen ($T = 0^\circ\text{C}$; $p = 1013 \text{ hPa}$) ist $\rho_0 = 1,3 \text{ kg/m}^3$.

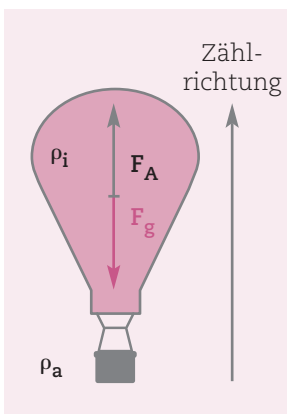
Bedingung für das Abheben des Ballons

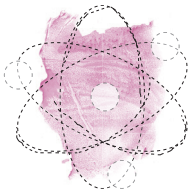
Damit der Ballon abhebt, muss die Auftriebskraft größer als die Gewichtskraft sein. Bei der festgelegten Zählrichtung muss also die resultierende Kraft größer Null sein: $F_{\text{res}} = F_A - F_g > 0$

Die Gewichtskraft des Ballons setzt sich aus mehreren Anteilen zusammen: Gewichtskraft der Ballonhülle, Gewichtskraft von Korb und Zuladung (Besatzung usw.), Gewichtskraft der Gasfüllung im Ballon. Geht man für eine erste Berechnung davon aus, dass das Gewicht von Hülle, Korb und Zuladung zu vernachlässigen ist, so gilt: $F_{\text{res}} = V \cdot g \cdot (\rho_a - \rho_i)$

An dieser Beziehung sieht man gut, dass die resultierende Kraft nur größer Null ist, wenn die Dichte der äußeren Luft größer ist als die Dichte der (inneren) Gasfüllung. Beispiele für einige Dichtewerte von Gasen bei Normalbedingungen ($T = 0^\circ\text{C}$; $p = 1013 \text{ hPa}$):

- Luft: $1,3 \text{ kg/m}^3$
Helium: $0,18 \text{ kg/m}^3$
Wasserstoff: $0,090 \text{ kg/m}^3$





Heißluftballon

8. Bau eines Heißluftballons

Lehrerinformation

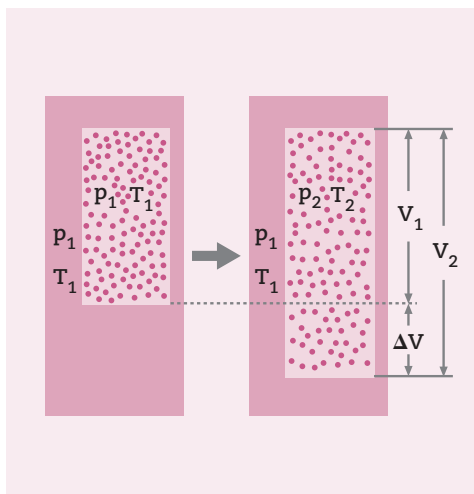
Der Trick bei den Heißluftballons

Neben der Füllung eines abgeschlossenen Ballons mit einem Gas geringerer Dichte (**Gasballon**) gibt es auch noch die Möglichkeit, die Luft im Ballon zu erwärmen (**Heißluftballon**).

Die Luft der Masse m nimmt bei höherer Temperatur (und gleichem Druck) ein größeres Volumen ein und hat somit eine geringere Dichte. Um die Verhältnisse beim Heißluftballon auch quantitativ erfassen zu können, benötigen wir das **allgemeine Gasgesetz**:

$$\frac{p \cdot V}{T} = \text{const.} \text{ oder } \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} = \frac{p_1 \cdot V_1}{T_1}$$

Wird die Luft im Ballon (V_1, p_1, T_1) erwärmt, so geht sie in den neuen Zustand (V_2, p_2, T_2) über. Da der Heißluftballon offen ist, gilt $p_1 = p_2 = p_a$. Damit vereinfacht sich die allgemeine Gasgleichung und man kann das neue Volumen des heißen Gases berechnen.



$$\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_1}{T_1} \text{ Gesetz von Gay Lussac } \rightarrow V_2 = V_1 \cdot \frac{T_2}{T_1}$$

Aus dem Ballon entweicht heiße Luft mit dem Volumen ΔV :

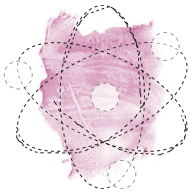
$$\Delta V = V_2 - V_1 = V_1 \left[\frac{T_2}{T_1} - 1 \right]$$

Entweicht z. B. ein Drittel des ursprünglich vorhandenen Gases, so ist die Masse des noch im Ballon befindlichen Gases zwei Drittel der Anfangsmasse. Für die Dichte des Gases im erwärmten Ballon gilt also:

$$\rho_i = \frac{\frac{2}{3} m}{V} = \frac{2}{3} \cdot \rho_a$$

Die resultierende Kraft auf den Ballon lässt sich berechnen. Heißluftballone gibt es mit Volumina von 700 m^3 bis 30000 m^3 . Daten eines durchschnittlichen Ballons:

Ballonvolumen:	3000 m^3
Masse von Hülle, Korb und Brenner:	ca. 200 kg
Höchstzulässiges Abfluggewicht:	ca. 950 kg
Zuladung:	ca. 750 kg
Zahl der Gasbrenner:	2
Gasvorrat:	6 Propangas-Flaschen
Maximale Hüllentemperatur:	ca. 110°C
Besatzung:	1 Pilot
Passagiere:	2 bis 3 Personen



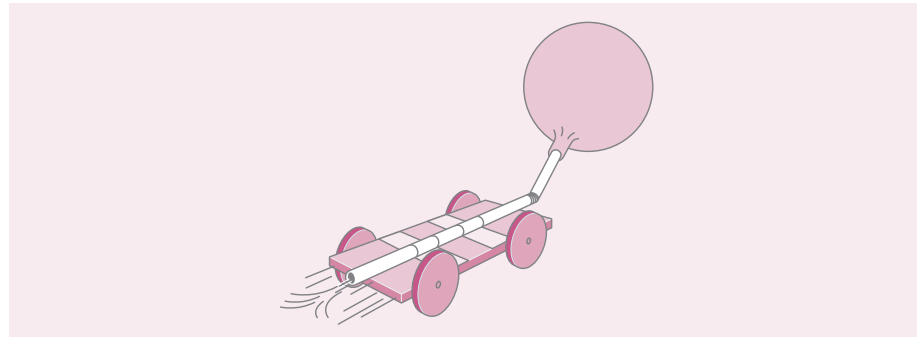
Luftdüsenantrieb

9. Raketenauto

Materialien

Styroporplatte	Klebeband
Luftballon	Strohhalme
4 Nägel	Schere
4 Holzperlen	Knete
4 Kunststoffräder	Lackfolie
Stift, Lineal	Gummiringe

Versuchsaufbau

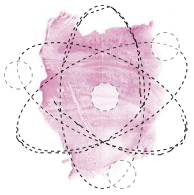


Durchführung

1. Zeichne ein Rechteck von 8 x 17 cm auf die Styroporplatte und schneide es mit der Schere aus.
2. Zeichne auf der Lackfolie ein Rechteck von 20 x 17 cm und schneide das Stück aus.
3. Packe die Styroporplatte in die Lackfolie ein und klebe sie fest.
4. Drücke jeweils einen Nagel durch die Mitte der Räder, stecke danach noch jeweils eine Holzperle darauf und befestige anschließend die Räder an den Seiten der Styroporplatte. Die Nägel sind die Achsen der Räder. Presse die Nägel nicht ganz dicht an die Platte, die Räder müssen frei beweglich sein. Es macht nichts, wenn die Räder etwas wackeln.
5. Blase den Ballon ein paar Mal auf, um ihn zu dehnen. Stülpe den Ballon über den kurzen Teil des Strohhalmes.
6. Befestige das Ende des Ballons mit Klebeband und Gummiring vorsichtig am Strohhalm und dichte es mit etwas Knete gut ab, so dass der Ballon durch Pusten am anderen Ende des Strohhalmes aufgeblasen werden kann.
7. Klebe den Strohhalm wie abgebildet auf die Styroporplatte. Blase dann den Ballon auf und halte die Öffnung mit dem Finger verschlossen.
8. Setze das Auto auf eine glatte Oberfläche und nimm den Finger von der Öffnung.

Auswertung

Warum bewegt sich das Raketenauto? Wie musst du den Aufbau verändern, um verschiedene Geschwindigkeiten zu erreichen?

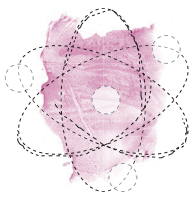


Luftdüsenantrieb

9. Raketenauto

Lehrerinformation

Das Raketenauto wird angetrieben nach den Prinzipien, die **Isaac Newton** in seinem »Dritten Gesetz der Bewegung« veröffentlicht hat. Für jede Aktion gibt es auch eine gleichwertige Reaktion. Der Ballon drückt die Luft heraus und die Luft drückt zurück auf den Ballon. Da der Ballon am Auto befestigt ist, wird dieses durch den Ballon angeschoben. Nach dem gleichen Prinzip fliegen Raketen ins Weltall.



Veränderter Luftdruck

10. Seltsame Flaschen

Materialien

- | | |
|---|--|
| Trockenschrank | 2 Etiketten |
| Waage (Ablesbarkeit 0,1 g) | destilliertes Wasser |
| 2 Plastikflaschen (PET) mit Verschluss, mindestens 750 ml | Soda-Gerät zum Einblasen von CO ₂ in Wasser |
| Leitungswasser | |

Durchführung

Befüllung der Flaschen

- Spüle die beiden Plastikflaschen mit destilliertem Wasser mehrmals durch. Lege sie in einen Trockenschrank (ca. 80° C warm) und lass sie vollkommen trocknen (ca. 1 Stunde).
- Beschrifte die beiden Plastikflaschen mit deinem **Namen und mit den Zahlen 1 bzw. 2**.
- Wiege die beiden leeren Flaschen mit ihrem Verschluss und trage die Werte m_{01} und m_{02} in Tabelle 1 ein.
- Fülle Flasche 1 mit destilliertem Wasser und schüttele sie danach gut aus. Verschließe die Flasche sofort und wiege sie erneut (m_1).
- Spüle Flasche 2 am Soda-Gerät mehrmals mit CO₂, indem du dreimal kräftig auf den Hebel drückst. Verschließe die Flasche sofort und wiege sie erneut (m_2).

Lagerung

Die beiden gefüllten Flaschen sollen nun geschlossen **über mehrere Monate** am selben Ort ruhig stehen bleiben. Notiere in Tabelle 2 regelmäßig die Massen der beiden Flaschen und deine Beobachtungen.

Füllung mit Wasser

Fülle die Flaschen **nach Beendigung des Versuchs** wie folgt mit Wasser:

- Halte die geschlossenen Flaschen so in ein gefülltes Wasserbecken, dass der Verschluss unterhalb der Wasseroberfläche ist und bleibt.
- Öffne die Flaschen unter Wasser.

Auswertung

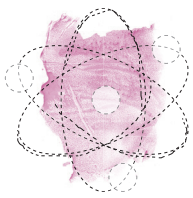
Befüllung der Flaschen

Was ist in den leeren Flaschen? _____

Tabelle 1

Was ist in den vollen Flaschen? _____

Flasche	Masse der leeren Flasche [g]	Masse der gefüllten Flasche [g]
1	$m_{01} =$	$m_1 =$
2	$m_{02} =$	$m_2 =$



Veränderter Luftdruck

10. Seltsame Flaschen

Auswertung

Lagerung

Was wird passieren? Erwartest du ein unterschiedliches Verhalten der beiden Flaschen? Hast du eine Erklärung für deine Beobachtungen?

Tabelle 2

Was ist am Ende der Lagerung mit dem Inhalt der Flaschen passiert?

Datum	Masse der mit Wasser gespülten Flasche m_1 [g]	Masse der mit CO_2 gespülten Flasche m_2 [g]	Beobachtungen

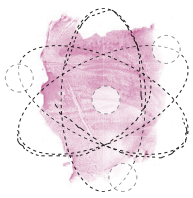
Füllung mit Wasser

Was beobachtest du, wenn du die Flaschen unter Wasser öffnest? Bestimme die eingeflossene Wassermenge in [g] und [ml].

Lehrerinformation

In der mit Wasser gespülten Flasche sind nach etwa 6 Wochen die Wassertropfen verschwunden. Es findet ein reproduzierbarer Gewichtsverlust von ca. 0,1 g pro Woche statt. Dann beginnt die Flasche sich einzubeulen.

Die Flaschenwand wirkt halbdurchlässig. Flüssiges Wasser lässt sie nicht hindurch, während der Wasserdampf entweichen kann. Da von außen keine Luft in die Flasche eindringen kann, beult sich die Flasche ein, als würde sie mit einer Vakuumpumpe entleert.



Veränderter Luftdruck

11. Die zerknüllte Getränkedose (Lehrerversuch)

Materialien

Große Glasschale mit kaltem Wasser	Leere Getränkedose
Bunsenbrenner	Tiegelzange
Vierfuß mit Ceranplatte	Wärmeschutz-Handschuhe
Messzylinder 50 ml	Anzünder

Sicherheit

Verbrennungsgefahr! Nur als Lehrerversuch zur Demonstration geeignet. Schutzbrille und Wärmeschutz-Handschuhe tragen. Durchführung im Abzug. Beim Arbeiten mit dem Bunsenbrenner lange Haare zusammenbinden.



Durchführung

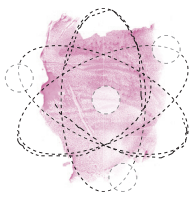
1. Glasschale mit kaltem Wasser füllen und Wärmeschutz-Handschuhe bereitlegen.
2. Leere Getränkedose mit 30 bis 40 ml Wasser füllen und auf den Vierfuß mit Ceranplatte stellen.
3. Das Wasser in der Dose mit dem Bunsenbrenner zum Sieden bringen.
4. Sobald das Wasser deutlich hörbar kocht, die Dose mit der Tiegelzange von der Ceranplatte nehmen (Wärmeschutz-Handschuhe tragen) und schnell — mit dem Loch nach unten — in das kalte Wasser stülpen.

Auswertung

Frage an die Schüler

Was passiert? Findet eine Erklärung.

Vergleicht die Ergebnisse mit Versuch 10 (Seltsame Flaschen).



Membranen

12. Filtrieren von naturtrübem Apfelsaft

Materialien

Membranfolie (0,2 µm, hydrophil) Messzylinder 50 ml
Kleiner Glastrichter mit Papierfilter Filtriergestell
2 Bechergläser 100 ml

Substanzen

Naturtrüber Apfelsaft

Sicherheit

Beim Arbeiten mit Lebensmitteln im Labor sind diese so zu behandeln wie Chemikalien. Geschmacksproben sind verboten!

Durchführung

1. Schneide aus der Membran nach dem Muster des Papierfilters einen Kreis aus.
2. Filtriere 50 ml naturtrüben Apfelsaft über den Glastrichter mit Papierfilter.
3. Filtriere das Filtrat über die Membran.

Auswertung

Was beobachtest du, wenn du den Apfelsaft mit dem Papierfilter und über die Membran filtrierst?

Membranen spielen im Alltagsleben heute eine wichtige Rolle. Wo kommen in deiner Umgebung Membranen vor und was wird damit gemacht?

13. Osmose

Materialien

Tonröhre (beim Laborbedarf erhältlich) durchbohrter Gummistopfen
Kapillarrohr Pinsel
Becherglas 100 ml 2 Bechergläser 250 ml
Messzylinder 50 ml Bunsenbrenner
Vierfuß mit Ceranplatte Tesafilm
Waage Anzünder

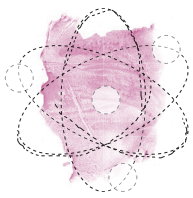
Substanzen

Haushaltszucker Destilliertes Wasser
Leim

Sicherheit

Verbrennungsgefahr! Trage beim Umgang mit dem Bunsenbrenner eine Schutzbrille. Binde lange Haare zurück. Lass dich in den sicheren Umgang mit dem Bunsenbrenner einweisen und arbeite nur unter Aufsicht deines Lehrers. Trage Wärmeschutz-Handschuhe, wenn du mit heißen Gefäßen arbeitest!





Membranen

13. Osmose

Durchführung

Vorbereitung

1. Umwickle die Tonröhre am oberen Rand mehrfach mit einem Streifen Tesafilm. Da unglasierte Tonzellen beim Aufsetzen eines Gummistopfens leicht platzen, kannst du so die Festigkeit erhöhen.
2. Gieße zur Herstellung der semipermeablen (halb durchlässigen) Membran 2 bis 3 ml Holzleim in den Zylinder und verteile diesen mit einem Pinsel über die gesamte innere Wandung. Überschüssiger Kleber wird mit dem Pinsel wieder herausgerieben.
3. Lass die so hergestellte Osmosezelle nun **bis zur nächsten Woche** trocknen.

Herstellen einer gesättigten Zuckerlösung

1. Wiege 40 g Haushaltszucker im 100-ml-Becherglas ab und füge 20 ml Wasser dazu.
2. Löse den Zucker unter Rühren und vorsichtigem Erwärmen auf der Gasflamme (nicht kochen lassen).

Herstellen der Osmosezelle

1. Stelle die Osmosezelle in das trockene 250-ml-Becherglas und fülle sie mit Wasser. Das Wasser soll bis zum oberen Rand stehen. Die Zelle darf in den Poren keine Luftblasen enthalten.
2. Gieße auch das Becherglas voll mit Wasser.
3. Entferne die Luftblasen durch Klopfen an die Zelle. Die Zelle bleibt so 30 Minuten im Becherglas stehen.
4. Gieße die Osmosezelle aus und stelle diese wieder in das wassergefüllte Becherglas zurück. Das Wasser soll bis zum Klebefilm reichen.
5. Fülle die Zuckerlösung mit dem kleinen Trichter bis ca. 5 mm unter den oberen Rand ein.
6. Setze den Stopfen mit dem Kapillarrohr sorgfältig auf. Das Glasrohr soll dabei nicht unten aus dem Stopfen herausragen, damit sich unter dem Stopfen keine Luftblase bildet. Sollte von der Zuckerlösung etwas überlaufen, so wird durch das Wasser im Becherglas eine Verschmutzung der Oberfläche der Tonzelle verhindert.
7. Stelle unmittelbar danach die Osmosezelle in ein zweites, mit destilliertem Wasser gefülltes Becherglas.

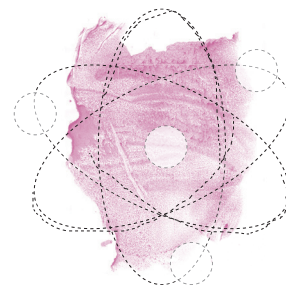
Auswertung

Was beobachtest du?

Wo ist der Druck höher, im Tonrohr oder im Becherglas?

ARBEITSGEMEINSCHAFTEN

PHYSIK / TECHNIK



Experimente Mechanik, Akustik und Optik

Volumen von Körpern

1. Volumenmessung unterschiedlicher Körper 288

Dichtemessungen

2. Dichtebestimmung unterschiedlicher Körper 289

Kräfte

3. Kraftmessung 290
4. Zusammensetzung von Kräften 292
5. Zerlegung einer Kraft 293

Schwerpunkt

6. Schwerpunkt unregelmäßiger Formen 294
7. Schwebender Falter 295

Flächenmessungen

8. Flächenmessung krummlinig begrenzter Flächen durch Messung der Länge gleich breiter Streifen 296
9. Flächenmessung krummlinig begrenzter Flächen durch Wägung 297

Form und Festigkeit

10. Tragfähigkeit von Papier 298

Sekundenpendel

11. Schwingungsdauer und Fadenlänge 299

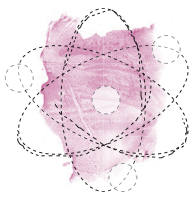
Töne auf Blas- und Saiteninstrumenten

12. Töne der Blockflöte 300
13. Töne einer Gitarre bei unterschiedlicher Saitenspannung 300
14. Töne einer Gitarre bei verschiedenen Saitenlängen 301
15. Schwach und stark 301

Das Reflexionsgesetz einmal anders

16. Strahlengang am Spiegel 302
17. Strahlengang an einer planparallelen Platte 303
18. Strahlengang am Hohlspiegel 304

! Beachte beim Experimentieren die Hinweise im Kapitel »Sicheres Arbeiten im Labor« (Seite 7 ff.).



Volumen von Körpern

1. Volumenmessung unterschiedlicher Körper

Materialien

Messzylinder mit Wasser
Schnur
1 Quader, 1 Würfel und 2 weitere
Waage
unterschiedliche Körper (z. B. Kugel,
Zylinder, Kegel) aus dem gleichen Metall

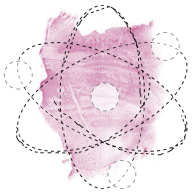
Durchführung

1. Miss die Länge a , die Breite b und die Höhe c des Quaders bzw. des Würfels.
2. Wiege den Quader (Würfel) und notiere die Masse m .
3. Fülle einen Messzylinder zur Hälfte mit Wasser und lies die Füllmenge V_1 ab.
4. Befestige eine Schnur am Quader (Würfel) und tauche ihn in das Wasser im Messzylinder. Lies die Füllmenge V_2 ab.
5. Wiederhole den Versuch (ab Punkt 2) mit den anderen zwei Körpern.

Auswertung

Trage deine Messwerte für die unterschiedlichen Körper in die Tabelle ein. Berechne die fehlenden Werte.

Körper	1 (Quader)	2 (Würfel)	3	4
Länge a [cm]			_____	_____
Breite b [cm]			_____	_____
Höhe c [cm]			_____	_____
Masse m [g]				
Füllmenge V_1 [cm ³]				
Füllmenge V_2 [cm ³]				
$V_2 - V_1$ [cm ³]				
$V = a \cdot b \cdot c$ [cm ³]			_____	_____
Dichte $\rho = m/V$ [g/cm ³]				



Dichtemessungen

2. Dichtebestimmung unterschiedlicher Körper

Materialien

Messzylinder mit Wasser
Schnur
3 verschiedene Körper gleicher Form, aber aus unterschiedlichen Materialien (siehe Tabelle unten)
Federwaage

Durchführung

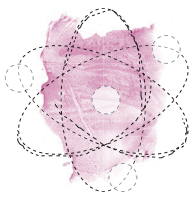
1. Miss das Volumen dreier verschiedener Körper mit dem Messzylinder (siehe Versuch 1).
2. Bestimme die Masse mit der Federwaage. 100 g haben die Gewichtskraft 1 N = 100 cN.

Auswertung

Trage deine Messwerte für die drei Körper in die Tabelle ein. Aus welchem Material könnten die Körper bestehen? Verwende die nachfolgende Tabelle zum Vergleich.

Körper	1	2	3
Volumen $V = V_2 - V_1$ [cm ³]			
Masse m [g]			
Dichte $\rho = m/V$ [g/cm ³]			
Material			

Material	Dichte [g/cm ³]
Aluminium	2,7
Kupfer	8,93
Eisen	7,88
Zink	7,15
Zinn	7,29
Gusseisen	7,0
Gold	19,31
Messing	8,4 – 8,7



Kräfte

Einführung

Jeder Körper hat eine bestimmte Masse. Setzt man keine Kraft ein, die den Körper hält, fällt dieser lotrecht zur Erde. Alle Körper werden von der Erde angezogen. Die Kraft, mit der sie angezogen werden, nennt man Gewichtskraft der Erde oder Erdanziehungskraft.

Kräfte kann man auch ganz gezielt einsetzen. Durch eine Kraft kann ein Körper in seinem Bewegungszustand verändert werden. Er kann zum Beispiel beschleunigt oder abgebremst werden, oder die Richtung seiner Bewegung kann verändert werden.

Kräfte können Körper auch verformen. So wird eine Blattfeder durch Einwirkung einer Kraft verbogen, eine Schraubenfeder gedehnt.

Mit einer Schraubenfeder kann man eine Kraft messen, wenn die Dehnung an einer in Kräfteinheiten geeichten Skala abgelesen werden kann. Die Einheit der Kraft ist Newton [N].

3. Kraftmessung

Materialien

Schraubenfeder
Kraftmesser
5 Massestücke gleicher Form und Masse (à 20 g)
Massestück 100 g
Lineal

Durchführung

1. Hänge an eine Schraubenfeder nacheinander 5 Massestücke à 20 g. Miss jeweils die Verlängerung der Feder.
2. Wiederhole den Versuch mit dem Kraftmesser.
3. Hänge ein Massestück von 100 g an den Kraftmesser und lies den Messwert an der Skala ab.

Auswertung

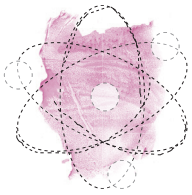
1. Errechne die Dehnung je Massestück für die Feder.

Anzahl der Massestücke	1	2	3	4	5
Verlängerung s [cm]					
Dehnung pro Massestück [cm]					

Fertige nach den Messergebnissen ein Schaubild an:

y-Achse: Anzahl der Massestücke

x-Achse: Verlängerung s [cm]



Kräfte

3. Kraftmessung

Auswertung (Fortsetzung)

2. Notiere die am Kraftmesser angezeigten Werte in der Tabelle.

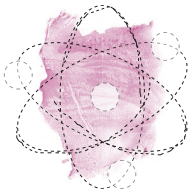
Anzahl der Massestücke	1	2	3	4	5
Kraft F [N]					
Kraft F pro Massestück [N]					

Stelle nun einen Zusammenhang zwischen der Verlängerung s der Schraubenfeder und der Kraft F her.

3. Welcher Kraft entspricht das Massestück von 100 g?

Lehrerinformation

Die Verlängerung einer Schraubenfeder ist der Kraft F proportional. Unser Versuch zeigt, dass 1 N etwa der Gewichtskraft eines Massestücks mit 100 g entspricht (genauer Wert in Mitteleuropa 102 g).



Kräfte

4. Zusammensetzung von Kräften

Materialien

Schraubenfeder

Geodreieck

2 Kraftmesser

Papier

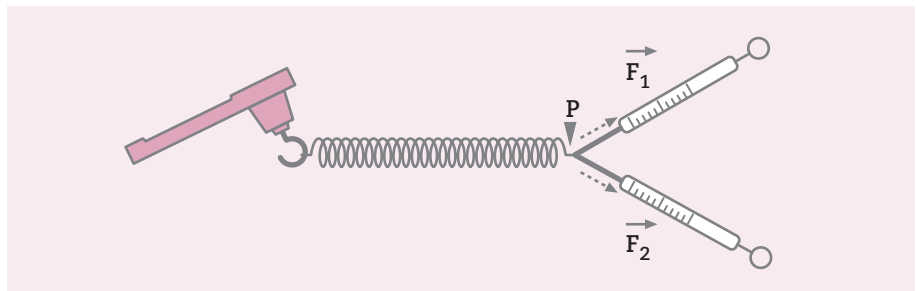
Durchführung

Versuch 1: Dehnung mit zwei Kraftmessern

1. Dehne eine an einem Ende befestigte Schraubenfeder mit einer Kraft von 1 N und markiere den Punkt P auf einem untergelegten Papier.



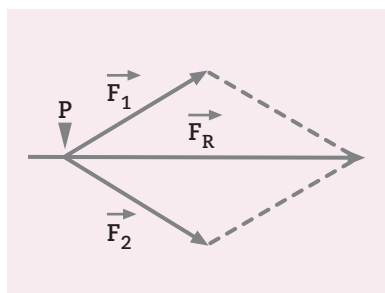
2. Dehne mit zwei Kraftmessern, die einen Winkel zueinander bilden, die Feder wieder bis zum Punkt P.



Versuch 2: Veränderte Winkel

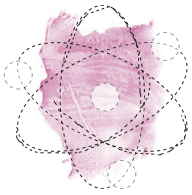
Wiederhole den Versuch und ändere den Winkel, den die Kraftmesser bilden.

Auswertung



Trage die Messwerte aus beiden Versuchen in die Tabelle ein und ermittle die resultierende Kraft F_R . Zeichne dazu die Kräfte F_1 und F_2 maßstabsgerecht (z. B. 1 N = 6 cm) und in der gegebenen Kraftrichtung auf das untergelegte Papier. Ergänze die Kraftpfeile zu einem Parallelogramm. Die Diagonale stellt die resultierende Kraft F_R dar.

Kraft	F_1 [N]	F_2 [N]	F_R [N]
Versuch 1			
Versuch 2			



Kräfte

5. Zerlegung einer Kraft

Materialien

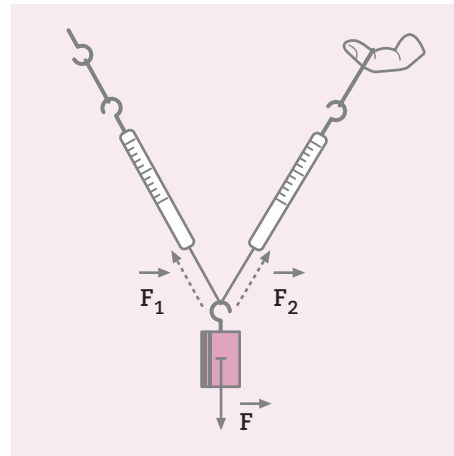
Massestück 100 g

2 Kraftmesser

Bindfaden

Geodreieck

Durchführung



**Versuch 1:
Kraft an zwei Kraftmessern**

1. Hänge das Massestück mit einem Bindfaden an zwei Kraftmesser, die zueinander einen Winkel bilden. Wie groß ist die Kraft an jedem Kraftmesser?

**Versuch 2:
Veränderte Winkel**

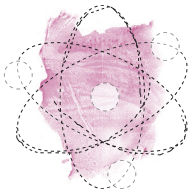
2. Ändere jetzt die Kraftrichtungen F_1 und F_2 .

Auswertung

Trage die Messwerte in die Tabelle ein.

Zeichne zu beiden Versuchen ein Kräfteparallelogramm.

Kraft	F_1 [N]	F_2 [N]
Versuch 1		
Versuch 2		



Schwerpunkt

Einführung

Wenn du einen Gegenstand balancieren willst, musst du ihn in seinem Schwerpunkt unterstützen. Das ist der Punkt, um den herum seine ganze Masse im Gleichgewicht ist. Der Schwerpunkt liegt bei regelmäßig geformten Körpern in deren geometrischer Mitte. Wie aber bestimmt man den Schwerpunkt bei unregelmäßig geformten Körpern?

6. Schwerpunkt unregelmäßiger Formen

Materialien

Stativ

Locher

Bindfaden

Massestück

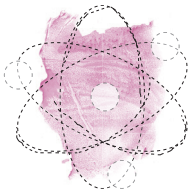
Pappe

Spitzer Bleistift

Schere

Durchführung

1. Schneide dir aus Pappe eine beliebige unregelmäßige Form aus.
2. Loch die Form am Rand an drei unterschiedlichen Stellen. Das sind die Punkte A, B und C.
3. Hänge nun die Form am Punkt A auf und zeichne die Lotlinie ein. Benutze dazu einen Bindfaden, der mit dem Massestück beschwert ist.
4. Wiederhole das Ganze an Punkt B und C.
5. Balanciere die Form dann im Schnittpunkt der Lotlinien auf einer Bleistiftspitze.



Schwerpunkt

7. Schwebender Falter

Materialien

Schere

Kleber

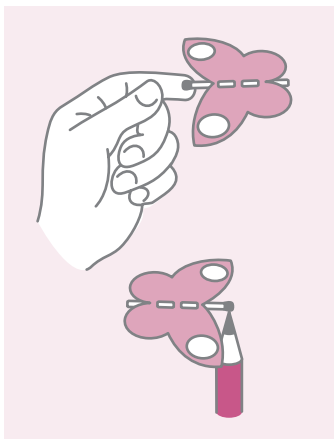
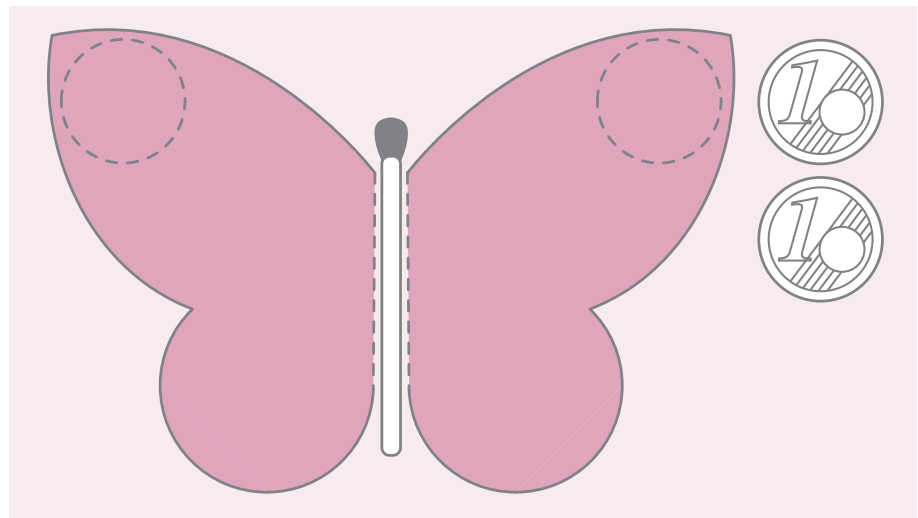
Schreibpapier

2 1-Cent-Münzen

Streichhölzer

Stifte

Durchführung



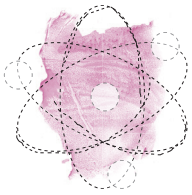
1. Übertrage die Schmetterling-Vorlage zweimal auf Schreibpapier und schneide sie aus.
2. Zünde ein Streichholz kurz an, blase es aus und klebe es mit verkohltem Köpfchen nach vorne auf einen der Schmetterlinge.
3. Nimm zwei 1-Cent-Münzen und klebe sie auf die Flügelspitzen.
4. Klebe nun den zweiten Schmetterling von oben auf den ersten. Die Centstücke sollen nicht mehr zu sehen sein.
5. Wenn du willst, verziere den Schmetterling mit Filzstiften oder bunten Papierornamenten.
6. Setze nun den Schmetterling mit seinem Kopf auf den Finger, auf eine Tischecke oder eine Bleistiftspitze.

Auswertung

Warum schwebt der Schmetterling?

Lehrerinformation

Der Schmetterling schwebt scheinbar frei im Raum, da der Schwerpunkt durch das Gewicht der eingeklebten Münzen auf das Streichholzköpfchen verlagert wird.



Flächenmessungen

8. Flächenmessung krummlinig begrenzter Flächen durch Messung der Länge gleich breiter Streifen

Materialien

Karton Schere
Lineal

Durchführung

1. Schneide aus einem Stück Karton eine krummlinig begrenzte Fläche.
2. Überdecke die Fläche mit Streifen von 1 cm Breite.
3. Wiederhole die Aufgabe mit Streifen von 0,5 cm Breite.

Auswertung

Eine Fläche wird in möglichst viele Streifen von gleicher Breite b zerlegt. Dann werden die Längen l_n der Streifen addiert.

Es gilt: $A = b \cdot (l_1 + l_2 + l_3 + \dots + l_n)$

Miss die Längen der Streifen und addiere sie.

Für Streifenbreite 1 cm:

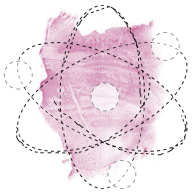
Streifen	1	2	3	4	5
Länge [cm]					

Gesamtlänge: _____ Fläche: $A = 1 \text{ cm} \cdot$ _____

Für Streifenbreite 0,5 cm:

Streifen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Länge [cm]										

Gesamtlänge: _____ Fläche: $A = 0,5 \text{ cm} \cdot$ _____



Flächenmessungen

9. Flächenmessung krummlinig begrenzter Flächen durch Wägung

Materialien

Karton

Geodreieck

Schere

Waage

Durchführung

1. Zeichne ein Quadrat mit beliebiger Seitenlänge a auf das Kartonpapier.
2. Schneide es aus und wiege es.
3. Schneide aus dem gleichen Kartonpapier eine beliebig umrandete Form aus und wiege sie.

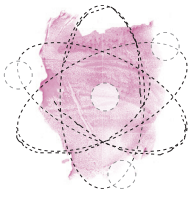
Auswertung

Trage die Messwerte in die Tabelle ein. Für das Quadrat kannst du die Fläche leicht berechnen:

$$\text{Fläche } A = a^2$$

Wie kannst du die Fläche deiner neuen Form berechnen?

	Seitenlänge a [cm]	Fläche A [cm ²]	Masse m [g]
Quadrat			
Beliebige Form	_____		



Form und Festigkeit

Einführung

Bauteile für Brücken und Kräne, Halterungen für schwere Gegenstände oder Rohrleitungen müssen eine große Festigkeit aufweisen. Sie dürfen nicht durchhängen und sich nicht verformen. Neben dem Material ist die Form der Bauteile entscheidend: Bei U- und T-Trägern erreicht man eine große Festigkeit. Auch die Dreiecks- oder die Bogenform bei Bauteilen erhöht deren Tragfähigkeit.

10. Tragfähigkeit von Papier

Materialien

6 Blatt Papier

Bleistift

2 Holzplatten (oder dickere Bücher)

Massestück z. B. 50 g

Büroklammer

Durchführung

Versuch 1: Glattes Papier

1. Lege 3 Blatt Papier über 2 Holzplatten (oder dickere Bücher).
2. Beschwere die Blätter nacheinander mit der Büroklammer, dem Bleistift und dem Massestück.

Versuch 2: Gefaltetes Papier

1. Falte ein Blatt Papier folgendermaßen:



2. Klebe das gefaltete Papier zwischen zwei Papierstücke.
3. Lege das Bauwerk über die Holzplatten bzw. Bücher und beschwere es nacheinander mit der Büroklammer, dem Bleistift und dem Massestück.
4. Wiederhole den Versuch, indem du das Papier folgendermaßen faltest:

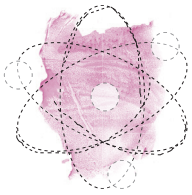


Auswertung

Was kannst du beobachten?

Vergleiche die Tragfähigkeit von glattem und gefaltetem Papier.

Nenne einige technische Anwendungen.



Das Sekundenpendel

11. Schwingungsdauer und Fadenlänge

Materialien

Stativ
Faden verschiedener Länge
Lineal
Massestück
Stoppuhr

Durchführung

1. Stelle ein Fadenpendel her, indem du an einem Ende des Fadens ein Massestück befestigst.
2. Miss die Länge des Fadens vom Aufhängepunkt bis zum Schwerpunkt des Massestückes.
3. Bringe das Pendel zum Schwingen und stoppe die Zeit für 5 Schwingungen.
4. Wiederhole die Messungen mit unterschiedlichen Fadenlängen bei gleicher Auslenkung.

Auswertung

Berechne die Zeit für eine Schwingung bei unterschiedlicher Pendellänge. Notiere deine Ergebnisse in der Tabelle.

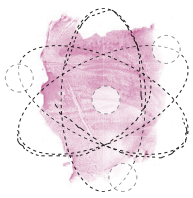
Pendellänge [cm]						
Zeit t [s] für 5 Schwingungen						
Zeit t [s] für 1 Schwingung						

Trage die Messwerte in ein Achsenkreuz ein.

x-Achse: 1 cm = 10 cm Fadenlänge

y-Achse: 1 cm = 1 s

Ermittle aus dem Graph, welche Länge ein Sekundenpendel hat.



Töne auf Blas- und Saiteninstrumenten

12. Töne der Blockflöte

Materialien

Leere Plastikwasserflaschen Wasser

Durchführung

1. Fülle eine leere Wasserflasche mit etwas Wasser und versuche durch Überblasen der Flaschenöffnung einen Ton zu erzeugen.
2. Wenn es dir gelungen ist, kannst du noch etwas mehr Wasser einfüllen und einen weiteren Ton erzeugen.
3. Versuche es noch ein drittes Mal bei einer anderen Füllhöhe.

Auswertung

Beschreibe die Töne und finde eine Erklärung dafür.

Je _____ die Luftsäule, desto _____ ist der Ton.

13. Töne einer Gitarre bei unterschiedlicher Saitenspannung

Materialien

Draht aus verschiedenen Materialien je 1 m Rolle
Stativ Leere Plastikwasserflasche
Wasser

Durchführung

1. Befestige das eine Ende eines ca. 1 m langen Drahtes an einem Stativ.
2. Lass ihn im Abstand von 50 cm über eine Rolle laufen und hänge eine leere Wasserflasche an das andere Ende des Drahtes.
3. Zupfe die Saite an und höre auf die Tonhöhe.
4. Fülle nun die Flasche ungefähr ein Viertel mit Wasser, zupfe an und höre auf die Tonhöhe.
5. Fülle die Flasche ungefähr halb mit Wasser, zupfe an und höre auf die Tonhöhe.
6. Wiederhole den Versuch mit einem Draht aus einem anderen Material

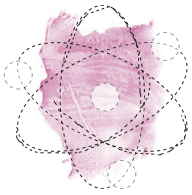
Auswertung

Beschreibe die Tonhöhe.

Je _____ die Saite gespannt ist, desto _____ ist der Ton.

Je dünner der Draht, desto _____ ist der Ton.

Was hörst du, wenn du Draht aus einem anderen Material verwendest?



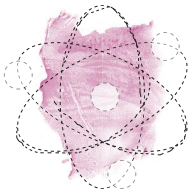
Töne auf Blas- und Saiteninstrumenten

14. Töne einer Gitarre bei verschiedenen Saitenlängen

Materialien	2 Stative	Draht
Durchführung	1. Spanne den Draht so zwischen den Stativen, dass die Drahtlänge ca. 30 cm beträgt. 2. Zupfe die Saite an und höre auf die Tonhöhe. 3. Wiederhole das Ganze noch zweimal mit veränderter Drahtlänge.	
Auswertung	Beschreibe die Tonhöhe. Je _____ die Saite, desto _____ ist der Ton.	

15. Schwach und stark

Materialien	2 Stative	Draht
Durchführung	1. Spanne den Draht so zwischen die Stative, dass die Drahtlänge ca. 50 cm beträgt. 2. Zupfe die Saite schwach an und höre auf den Ton. 3. Zupfe die Saite stark an und höre auf den Ton.	
Auswertung	Je _____ die Saite angezupft wird, desto _____ ist der Ton.	



Das Reflexionsgesetz einmal anders

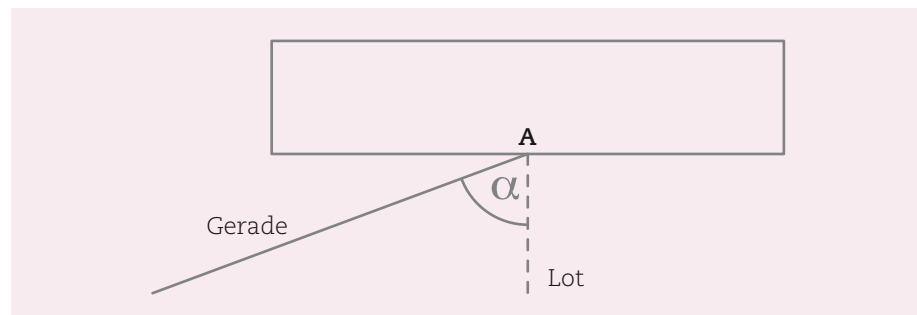
16. Strahlengang am Spiegel

Materialien

4 Stecknadeln	Kleiner rechteckiger Spiegel
Papier in der Größe der Filzplatte	Geodreieck
Bleistift	Filzplatte

Durchführung

1. Lege ein Blatt Papier auf die Filzplatte.
2. Stelle den Spiegel senkrecht auf das Papier und umfahre die Standfläche mit dem Bleistift.
3. Nimm den Spiegel nun weg und zeichne eine Gerade und das Lot auf das Papier.



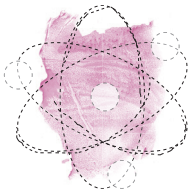
4. Miss mit dem Geodreieck den Winkel α .
5. Stelle nun deinen Spiegel wieder in die eingezeichnete Position.
6. Stecke zwei Stecknadeln auf die Gerade. Drehe dann die Filzplatte mit dem Spiegel so lange, bis du die Stecknadeln im Spiegel als eine Stecknadel siehst.
7. Stecke bei der gedrehten Platte zwei weitere Stecknadeln so in das Papier, dass sie sich im Spiegel mit den bereits eingesteckten Nadeln decken.
8. Markiere die Lage dieser Stecknadeln mit dem Bleistift und ziehe eine Gerade durch den Punkt A und die beiden Markierungspunkte.

Auswertung

Miss den Winkel zwischen dem Lot und der zweiten Geraden. Wie groß ist er?
Wie nennt man diesen Winkel?

Lehrerinformation

Der Reflexionswinkel entspricht dem Einfallswinkel. Die Schüler messen Werte, die ca. 3° abweichen.



Das Reflexionsgesetz einmal anders

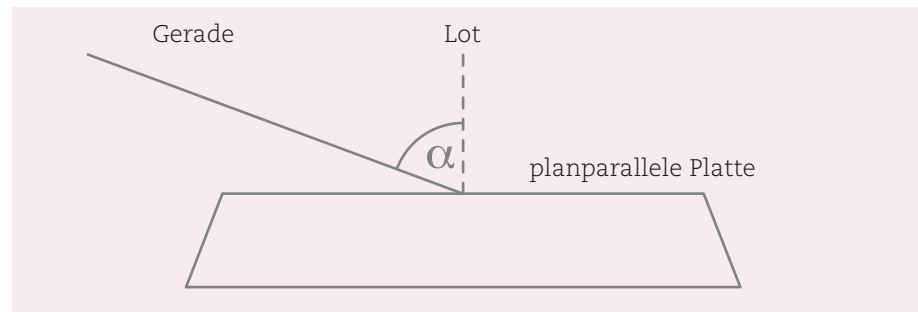
17. Strahlengang an einer planparallelen Platte

Materialien

Planparallele Platte	Bleistift
4 Stecknadeln	Geodreieck
Papier in der Größe der Filzplatte	Filzplatte

Durchführung

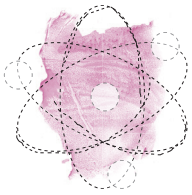
1. Lege ein Blatt Papier auf die Filzplatte.
2. Stelle die planparallele Platte darauf und umfahre sie mit dem Bleistift.
3. Nimm die planparallele Platte weg und übertrage das unten stehende Muster (Gerade und Lot) auf das Papier.



4. Miss mit dem Geodreieck den Winkel α .
5. Stecke zwei Stecknadeln auf die Gerade. Stelle nun die planparallele Platte wieder wie eingezeichnet auf das Papier und drehe die Filzplatte so lange, bis du die Stecknadeln als eine Stecknadel siehst.
6. Stecke zwei weitere Stecknadeln so in das Papier, dass sie sich mit den bereits eingesteckten Nadeln decken.
7. Markiere die Lage dieser Stecknadeln und ziehe eine Gerade durch die beiden Markierungspunkte bis zur unteren Grundfläche der planparallelen Platte.

Auswertung

Vergleiche den ersten gezeichneten Strahl mit deinem zweiten Strahl. Wie verlaufen die austretende und einfallende Gerade?



Das Reflexionsgesetz einmal anders

18. Strahlengang am Hohlspiegel

Materialien

Filzplatte

Geodreieck

Papier

Hohlspiegel

Bleistift

4 Stecknadeln

Durchführung

1. Zeichne drei parallele Geraden im Abstand 1 cm. Kennzeichne sie, wie in der Zeichnung angegeben mit a und b. Lege das Papier auf eine Filzplatte.



2. Lege den Hohlspiegel so auf das Papier, dass die mittlere Gerade seine Achse ist.
3. Stecke in die Gerade a zwei Stecknadeln ein und drehe dann die Filzplatte, bis du im Hohlspiegel nur eine Stecknadel siehst.
4. Versuche dann zwei Stecknadeln so einzustecken, dass sie sich mit denen im Hohlspiegel decken.
5. Markiere die Einstichstellen und ziehe durch sie eine Gerade bis zum Hohlspiegel.
6. Wiederhole dieses Verfahren bei der Geraden b.

Auswertung

Wie verlaufen die beiden gezeichneten Geraden?

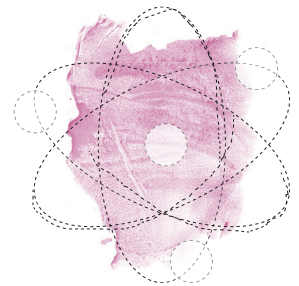
Wie nennt man den Punkt, an dem sich die Strahlen a und b auf der Achse schneiden?

Lehrerinformation

Die Strahlen a und b werden so reflektiert, dass sie sich in einem Punkt auf der Achse schneiden. Dieser Punkt heißt Brennpunkt.

ARBEITSGEMEINSCHAFTEN

PHYSIK / TECHNIK



Experimente Magnetismus

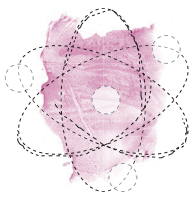
Eigenschaften von Werkstoffen

1. Magnete wirken aufeinander	306
2. Welche Stoffe werden von Magneten angezogen?	306
3. Herstellung eines Magneten	307
4. Bezeichnung der Magnetpole	307
5. Kann man Magnetpole trennen?	308
6. Geglühte Magnete	308
7. Ein einfacher Kompass	309

Elektromagnete

8. Bau eines Elektromagneten	310
9. Wirkungsweise eines Elektromagneten	312
10. Bau einer Klingel	315
11. Bau eines Elektromotors	316
12. Das Roboterspiel	319

**! Beachte beim Experimentieren die Hinweise im Kapitel
»Sicheres Arbeiten im Labor« (Seite 7 ff.).**



Eigenschaften von Werkstoffen

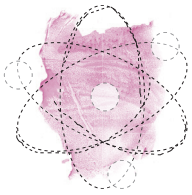
1. Magnete wirken aufeinander

Materialien	2 Stabmagnete
Durchführung	<ol style="list-style-type: none">1. Lege einen Stabmagneten auf den Tisch.2. Nimm einen zweiten Stabmagneten und nähere dessen rotes Ende dem roten Ende des liegenden Magneten.3. Nähere dann das grüne Ende dem roten Ende des liegenden Magneten.
Auswertung	Beschreibe, was passiert.

2. Welche Stoffe werden von Magneten angezogen?

Materialien	Gegenstände aus unterschiedlichen Materialien (z. B. Eisen, Kupfer, Messing, Aluminium, Glas, Kunststoff, Holz, Papier) Stabmagnet Verschiedene Münzen
Durchführung	<ol style="list-style-type: none">1. Versuche zunächst vorherzusagen, ob der jeweilige Gegenstand oder die Münze magnetisch ist oder nicht. Trage deine Vermutung in die Tabelle ein (ja/nein).2. Teste die Gegenstände und die Münzen jetzt mit dem Stabmagneten. Trage dieses Ergebnis ebenfalls in die Tabelle ein.
Auswertung	Welche Stoffe und Münzen haben sich als magnetisch erwiesen?

Gegenstand/Münze	Vermutung: magnetisch (ja/nein)	Ergebnis: magnetisch (ja/nein)



Eigenschaften von Werkstoffen

3. Herstellung eines Magneten

Materialien

Kleine Eisennägel

Stabmagnet

Größerer Nagel

Roter und grüner Eddingstift

Durchführung

1. Nimm einen Nagel und streiche mit einem Pol des Stabmagneten mehrmals an dem Nagel entlang. Dabei musst du mit demselben Pol immer in die gleiche Richtung streichen, z. B. vom Nagelkopf zur Nagelspitze.
2. Halte dann den Nagel an die kleinen Eisennägel, einmal mit dem Kopf, dann mit der Spitze.
3. Lege nun den Nagel auf den Tisch und nähere den Stabmagneten mit einem Pol einmal der Spitze des Nagels und dann dem Kopf.

Auswertung

Was ist mit deinem Nagel passiert?

Male deinen neuen Magneten mit dem Eddingstift so an, dass die Markierung (rot oder grün) der Markierung des Stabmagneten entspricht.

4. Bezeichnung der Magnetpole

Materialien

Magnetisierter Nagel
(siehe Versuch 3)

Nähfaden

Durchführung

Binde einen Faden um die Mitte deines magnetisierten Nagels, so dass dieser waagrecht hängt.

Auswertung

Was beobachtest du?

Was fällt dir auf, wenn du dich drehst?

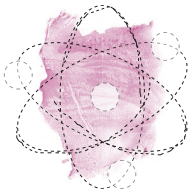
In welche Richtung zeigen die Enden deines Magneten?

Rot _____ Grün _____

Die beiden Enden eines Magneten nennt man Magnetpole.
Die Pole werden nach der Richtung bezeichnet, in die sie zeigen.

Wie heißen demnach die beiden Pole?

Rot _____ Grün _____



Eigenschaften von Werkstoffen

5. Kann man Magnetpole trennen?

Materialien

Magnetisierter Nagel Bolzenschneider
(siehe Versuch 3, Arbeitsblatt 2/14)

Sicherheit

Trage eine Schutzbrille.



Durchführung

1. Trenne deinen magnetisierten Nagel mit dem Bolzenschneider in der Mitte durch.
2. Untersuche die beiden Hälften, indem du die eine Hälfte auf den Tisch legst und die andere auf verschiedenen Wegen an die liegende Hälfte annäherst.

Auswertung

Was beobachtest du?
Hast du die Pole getrennt?

6. Geglühte Magnete

Materialien

Bunsenbrenner Zange
Magnetisierter Nagel Kleine Eisennägel
(siehe Versuch 3, Arbeitsblatt 2/14)
Stabmagnet

Sicherheit

Verbrennungsgefahr! Trage beim Umgang mit dem Bunsenbrenner eine Schutzbrille. Binde lange Haare zurück. Lass dich in den sicheren Umgang mit dem Bunsenbrenner einweisen und arbeite nur unter Aufsicht deines Lehrers.

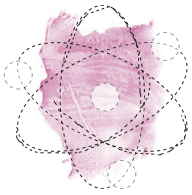


Durchführung

1. Halte die eine Hälfte des magnetisierten Nagels mit der Zange in die Bunsenbrennerflamme, bis sie glüht.
2. Lass sie wieder abkühlen und halte sie dann an die kleinen Nägel.
3. Probiere auch, wie die zunächst geglühte und dann abgekühlte Hälfte auf die verschiedenen Pole eines Stabmagneten reagiert.

Auswertung

Was stellst du fest?



Eigenschaften von Werkstoffen

7. Ein einfacher Kompass

Materialien

Nähnadel

Glasschale mit Wasser

Korkscheibe

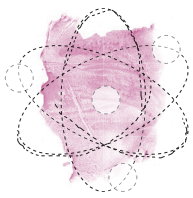
Tesafilm

Durchführung

1. Magnetisiere eine Nähnadel, wie du es im Versuch 3 (Arbeitsblatt 2/14) mit dem Nagel gemacht hast.
2. Befestige sie mit dem Tesafilm so auf der Korkscheibe, dass sie möglichst genau in der Mitte liegt.
3. Lege den Kork in die Schale mit Wasser.

Auswertung

Was beobachtest du?



Elektromagnete

8. Bau eines Elektromagneten

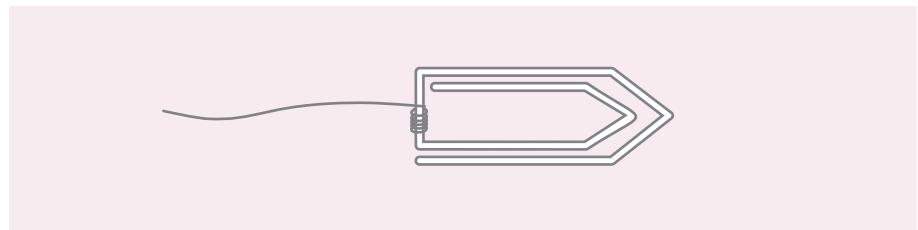
Der Versuch sollte zusammen mit Versuch 9 »Wirkungsweise eines Elektromagneten« durchgeführt werden.

Materialien

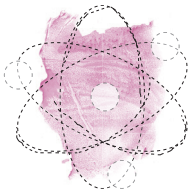
Lackierter Kupferdraht ca. 3 m (Dicke ca. 0,2 mm)	Eisenschraube 50 x 5,5 mm mit Mutter
Messingschraube 50 x 5,5 mm mit Mutter	Rundstab aus Kunststoff ca. 50 x 5 mm
Magnetisierter Eisennagel mit Faden	Haftnotizzettel
2 Büroklammern	Faden
Kleine Eisennägel	4 Babyzellen mit Halter
Lochverstärker	Schere
Holzklammer	Stativ

Durchführung

1. Kratze mit der Schere an dem Kupferdraht an beiden Enden etwa 2 cm breit die Lackschicht ab. Wickle jedes blanke Ende fest um eine Büroklammer. Dies sind die Anschlüsse an die Batterie.



2. Schneide einen Haftnotizzettel folgendermaßen zu:
 - ▶ Er soll so lang wie die Eisenschraube (einschließlich Kopf) sein.
 - ▶ Er soll so breit sein, dass er zweimal um die Schraube gelegt werden kann.
 - ▶ Die Klebestreifen sollen überlappen.
3. Wickle das zugeschnittene Stück um die Schraube. Es soll so anliegen, dass sich die Schraube später wieder herausziehen lässt (nicht zu fest wickeln!). Drücke die Klebestelle fest an, so dass eine Hülse um die Schraube entsteht. Ziehe dann die Schraube aus der Hülse heraus.



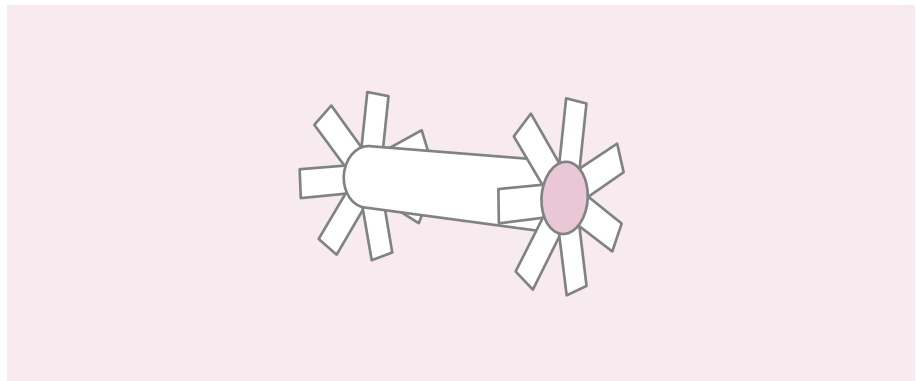
Elektromagnete

8. Bau eines Elektromagneten

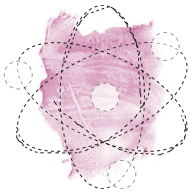
Durchführung (Fortsetzung)

- Schneide auf beiden Seiten die Hülse mehrfach etwa 5 mm tief ein. Biege die entstandenen »Zähnchen« nach außen (siehe Abbildung). Das soll verhindern, dass sich beim Kernwechsel (= Verwendung anderer Schrauben) der Draht abwickelt. Schiebe jetzt einen Lochverstärker über die Schraube (Klebeseite vom Kopf abgewandt) bis ganz an den Schraubenkopf heran.
- Schiebe die Hülse wieder auf die Schraube und drücke alle Zähnchen — **bis auf einen** — fest an den Lochverstärker.
- Schiebe nun einen zweiten Lochverstärker auf die Schraube (Klebeseite zur Hülse) und drücke hier ebenfalls die Zähnchen an, wie an der Kopfseite. Das geht am besten, wenn du die Mutter auf die Schraube drehst, so dass sie den Ring festhält.

Die Schraube mit Hülse sieht nun so aus:



- Miss von der Büroklammer 30 cm Draht ab und klebe das freie Zähnchen an dieser Stelle über den Draht. Auf diese Weise ist der Draht an der Hülse fixiert.
- Miss nun vom freien Ende des Drahtes 30 cm ab und mache einen kleinen Knick. Teile den restlichen Draht in drei etwa gleich lange Teile und mache an den Trennstellen ebenfalls kleine Knicke.
- Wickle das erste Drittel des Drahtes um die Hülse, so dass der Draht fest anliegt. **Achtung:** Die Hülse soll nicht zusammengedrückt werden. Die Schraube soll sich wieder herausziehen lassen.



Elektromagnete

9. Wirkungsweise eines Elektromagneten

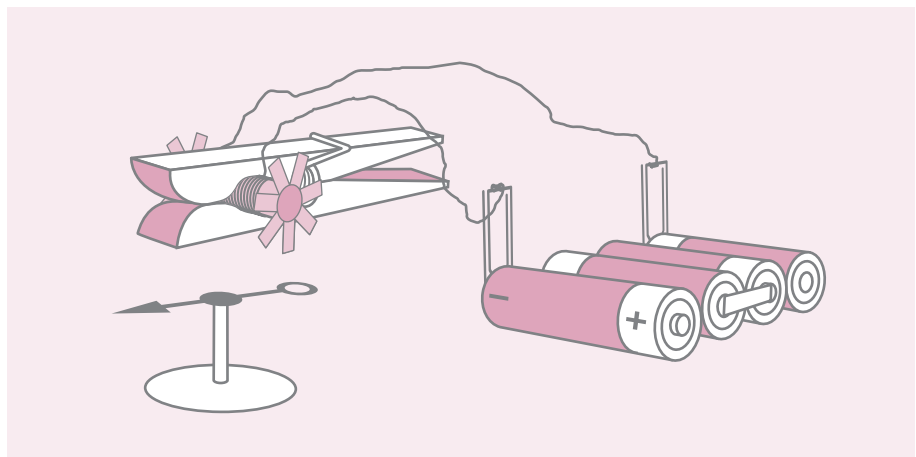
Der Versuch schließt sich unmittelbar an Versuch 8 »Bau eines Elektromagneten« an.

Durchführung

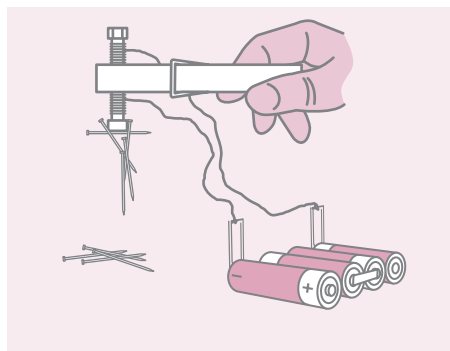
Wirkung des Elektromagneten — Versuch 1

1. Zähle, wie viele Windungen das erste Drahtstück ergibt.
2. Schließe den Draht mit den beiden Büroklammern an eine Batterie an und halte ein Schraubenende des Elektromagneten mit einer Holzklammer an die Eisennägel. **Achtung:** Die Spule wird warm!
3. Ziehe **einen** Anschluss von der Batterie ab.
4. Schließe die Batterie wieder an und halte die Schraube nochmals an die Nägel.

So sieht die fertige Konstruktion aus:



Auswertung



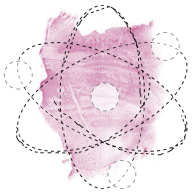
Der Nageltest:

Was beobachtest du, wenn du die Schraube in die Eisennägel hältst?

Was passiert, wenn der Anschluss von der Batterie abgezogen wird?

Wie viele Nägel bleiben hängen, wenn du die Batterie das zweite Mal anschließt?

Anzahl der Nägel: _____



Elektromagnete

9. Wirkungsweise eines Elektromagneten

Durchführung

Stärke des Elektromagneten bei unterschiedlicher Anzahl von Windungen — Versuch 2

1. Wickle den zweiten Teil des Drahtes auf, zähle die Windungen und wiederhole den Nageltest.
2. Gehe genauso mit dem dritten Teil des Drahtes vor.

Auswertung

Notiere die Anzahl der hängen gebliebenen Nägel bei unterschiedlichen Windungszahlen in der Tabelle.

Anzahl der Windungen	Anzahl der Nägel

Durchführung

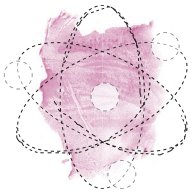
Stärke des Elektromagneten bei unterschiedlicher Anzahl von Batterien — Versuch 3

1. Schalte erst zwei, dann drei und schließlich vier Batterien hintereinander.
2. Halte den Elektromagneten mit der Holzklammer fest und wiederhole den Nageltest mit zwei, drei und vier Batterien.

Auswertung

Zähle die jeweils festgehaltene Anzahl von Nägeln.

Anzahl der Batterien	Anzahl der Nägel



Elektromagnete

9. Wirkungsweise eines Elektromagneten

Durchführung

Magnetische Wirkung der Spule ohne Kern — Versuch 4

1. Schraube die Mutter von der Schraube ab und ziehe die Schraube heraus. Gegebenenfalls musst du hierbei etwas drehen, so als ob du die Schraube herausschrauben wolltest.
2. SchlieÙe die Spule wieder an **eine** Batterie an.
3. Prüfe die magnetische Wirkung an den Nägeln.

Auswertung

Was beobachtest du?

Durchführung

Wirkung auf andere Magneten — Versuch 5

1. Hänge einen magnetisierten Nagel an einem Faden am Stativ auf, so dass er möglichst waagrecht hängt.
2. Halte den Elektromagneten mit der Holzklammer fest und schlieÙe die Spule (ohne Kern) an eine Batterie an.
3. Nähere sie mit einem Ende zuerst der Nagelspitze und dann mit demselben Ende dem Nagelkopf.

Auswertung

Notiere deine Beobachtung

Durchführung

Unterschiedliche Spulenkern — Versuch 6

In diesem Versuch sollst du verschiedene Kerne (= unterschiedliche Materialien) ausprobieren. Überlege zuerst, bei welchen Materialien du eine ähnliche Wirkung wie bei Eisen erwarten kannst.

1. Ersetze die Eisenschraube zuerst durch eine Messingschraube.
2. SchlieÙe die Spule mit neuem Kern an die Batterie an und teste an den Eisennägeln.
3. Wiederhole das Ganze mit dem Rundstab aus Kunststoff anstelle der Messingschraube.

Auswertung

Notiere deine Beobachtungen.

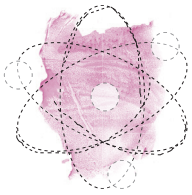
Verständnisfragen

Wodurch wird die magnetische Wirkung beim Elektromagneten hervorgerufen?

Wovon hängt die Stärke eines Elektromagneten ab?

Überprüfe deine Vermutungen bei dem letzten Experiment »Unterschiedliche Spulenkern«. Wenn sie falsch waren, überprüfe, warum sie falsch waren.

Überlege dir, wo man Elektromagnete verwenden könnte.



Elektromagnete

10. Bau einer Klingel

Materialien

Metallischer Heftstreifen aus Schnellhefter (als »Blattfeder«)

Elektromagnet (aus Versuch 8, siehe Arbeitsblatt 5/14)

Lackierter Kupferdraht ca. 0,5 m (Dicke ca. 0,2 mm)

Bleistift und Lineal

Batterien

Nägel

Sandpapier

Zangen

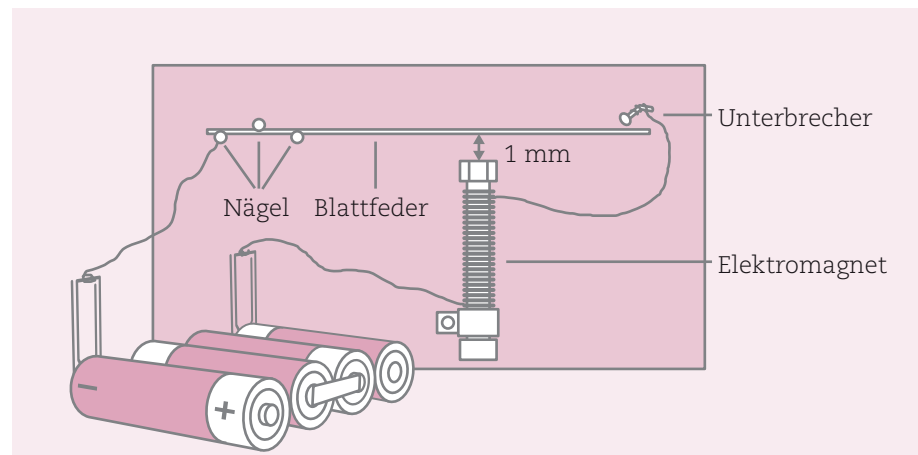
Kabelschelle

Hammer

Fahrradklingel

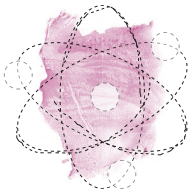
Holzbrett

Versuchsaufbau



Durchführung

1. Befreie den Heftstreifen mit Sandpapier gründlich vom Lack.
2. Zeichne mit Bleistift und Lineal einen Strich auf das Brett, wo später die Blattfeder (= Heftstreifen) liegen soll.
3. Schlage vorsichtig drei Nägel leicht versetzt zum Bleistiftstrich (siehe Abbildung) in das Brett. Achte darauf, dass du die Blattfeder zwischen die Nägel klemmen kannst. Sie muss gut halten.
4. Schlage dann den Nagel ein, der den Unterbrecher darstellen soll. Biege diesen mit zwei Zangen (siehe Nagel in der Abbildung rechts oben). Im Ruhezustand (ohne Strom) soll die Blattfeder ohne Druck am Unterbrecher anliegen.
5. Nimm den Kupferdraht und schmirgele das eine Ende mit Sandpapier ab. Wickle es an einen der Nägel an der Blattfeder.
6. Nimm den Rest des Kupferdrahtes vom Elektromagneten und schmirgele das eine Ende ebenfalls mit Sandpapier ab. Wickle es an den Unterbrechernagel.
7. Wickle die anderen Enden der beiden Drähte jeweils an eine Büroklammer und schließe sie an die Batterie an.



Elektromagnete

10. Bau einer Klingel

Durchführung (Fortsetzung)

- Nähere den Elektromagneten langsam der Blattfeder. Fixiere den Elektromagneten bei optimalem Abstand (ca. 1 mm) mit einer Kabelschelle. Was hast du nun gebaut?
- Baue nun aus dem Summer eine Klingel, indem du die Glocke von einer Fahrradklingel so nah an die Blattfeder bringst, dass die Blattfeder dagegenstößt.

Auswertung

Beschreibe die Funktionsweise des Summers und der Klingel.

Lehrerinformation

Benutzen Sie als Blattfeder einen metallischen Heftstreifen aus einem Schnellhefter. Noch besser geeignet sind die metallischen Klammern im Schnellhefter.

11. Bau eines Elektromotors

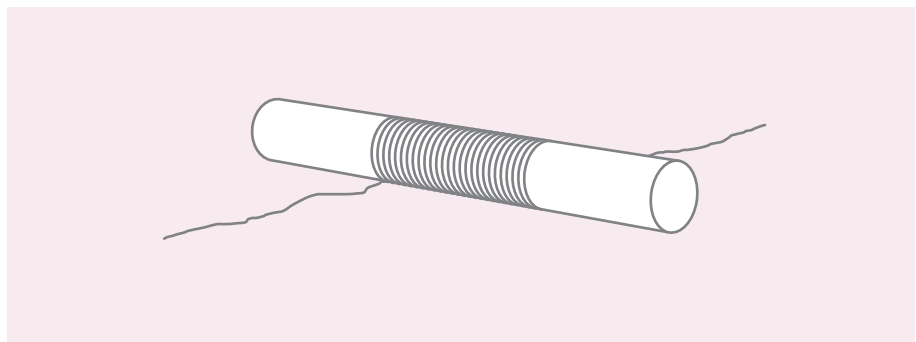
Materialien

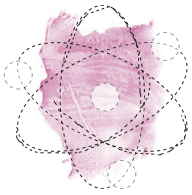
- | | |
|--|--|
| Lackierter Kupferdraht ca. 1 m
(Dicke ca. 1 mm) | Metallischer Heftstreifen mit
Löchern (aus Schnellhefter) |
| Rundstab
(Durchmesser eines Besenstiels) | Sandpapier |
| Brett als Unterlage | 2 Rundmagnete 10 x 10 mm |
| Doppelseitiges Klebeband | 3 Büroklammern |
| Flachbatterie 4,5 V | |

Durchführung

Bau der Spule

- Wickle den Kupferdraht um den Rundstab, so dass auf jeder Seite ca. 7 cm Draht überstehen (siehe Abbildung).





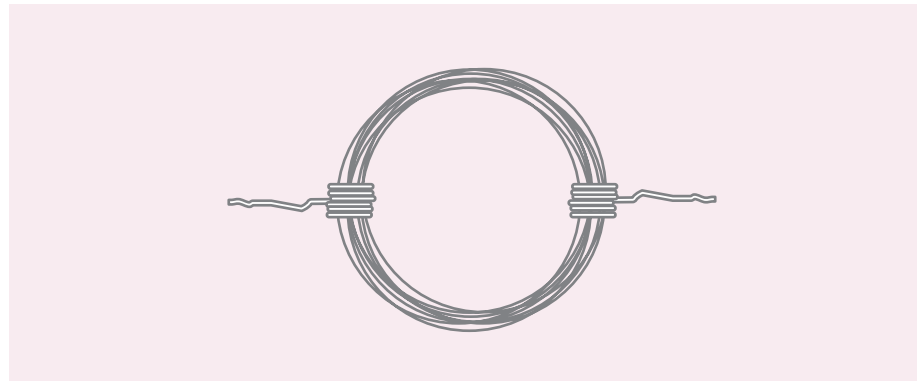
Elektromagnete

11. Bau eines Elektromotors

Durchführung (Fortsetzung)

Bau der Spule

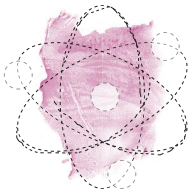
2. Ziehe den Draht von dem Stab ab und schlinge die beiden Drahtenden so um die Wickelungen, dass sich die freien Enden gegenüberstehen.



3. Lege die Spule auf die freien Drahtenden und überprüfe, ob sie sich gleichmäßig drehen lässt. Wenn nicht, dann verschiebe die Schlingen etwas.
4. Im nächsten Schritt müssen beide Drahtenden jeweils auf der gleichen Seite (also Ober- oder Unterseite) blank geschmirgelt werden.
 - ▶ Lege dazu das Brett (als Unterlage) direkt an die Tischkante.
 - ▶ Lege ein Drahtende im rechten Winkel zum Tisch auf das Brett.
 - ▶ Schmirgele nur die Oberseite des Drahtendes blank.
 - ▶ Nimm das andere Drahtende und verfahre genauso.
Beide blanke Stellen müssen auf der gleichen Seite liegen.

Lager und Stromanschluss für die Spule

1. Schneide den Heftstreifen genau in der Mitte durch. Schmirgele dann bei beiden Hälften **eine Seite** des Streifens blank. Fahre mit dem Sandpapier auch einige Male über die Innenränder der Löcher.
2. Befestige die Blechstreifen jeweils mit einer Büroklammer an den Blechlaschen der Batterie.
3. Lege deine Spule mit der blank geschmirgelten Seite nach unten in die Halterung.
4. Setze die beiden Rundmagnete aufeinander und klebe sie mit etwas doppelseitigem Klebeband oben in die Mitte der Batterie.



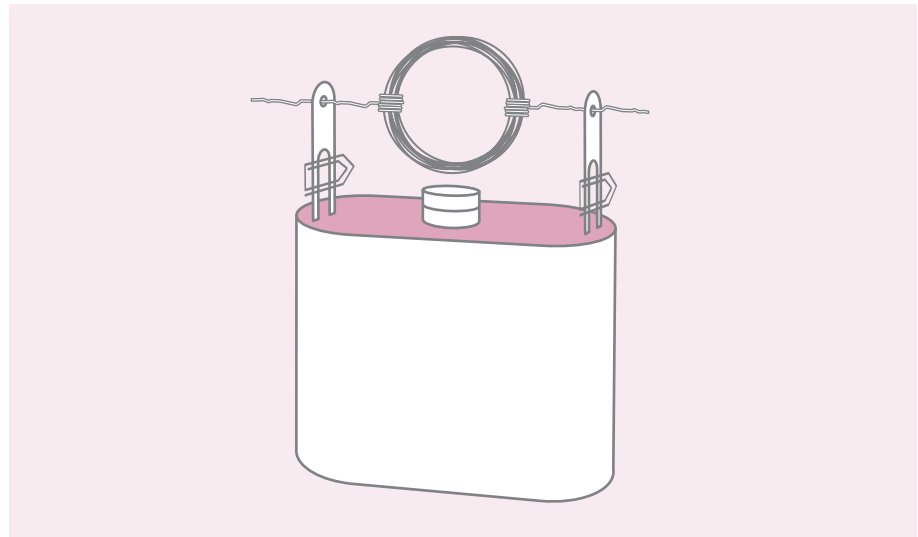
Elektromagnete

11. Bau eines Elektromotors

Durchführung (Fortsetzung)

Lager und Stromanschluss für die Spule

Dein fertiger Motor sieht nun folgendermaßen aus:



5. Stoße die Spule an, so dass der Motor anfängt zu laufen.

Auswertung

In welche Richtung musst du die Spule anstoßen, damit der Motor anfängt zu laufen?

Was passiert, wenn du die Spule in umgekehrter Richtung anstößt?

Was fällt dir auf, wenn du die Magneten umdrehst und den Motor wieder zum Laufen bringst?

Erkläre genau, wie der Motor funktioniert. Was passiert, wenn die blanken Seiten der Achsen die Halterung berühren?

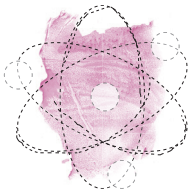
Was würde passieren, wenn du nicht nur eine Seite der Achsen abgeschmirgelt hättest, sondern den ganzen Draht rundherum?

Mache Vorschläge, was man ändern müsste, um einen stärkeren Motor zu bekommen.

Informiere dich, wie ein »richtiger« Elektromotor aufgebaut ist.

Lehrerinformation

Dieser Versuch erfordert etwas Fingerspitzengefühl, kann aber ohne weiteres mit Schülern der 7. Klasse durchgeführt werden. Es empfiehlt sich jedoch, den Versuch unbedingt vorher auszuprobieren.



Elektromagnete

12. Das Roboterspiel

Materialien

Batterie (4,5 Volt)

Kleiner Nagel

Lackdraht ca. 1 m

Blatt Papier

Großer Nagel

Tesafilm

Polklemme

Durchführung

Bau des Roboters

1. Umwickle den großen Nagel mit Lackdraht.
2. Klebe den Nagel mit dem Tesafilm quer auf die Unterseite der Batterie.
3. Schließe ein Ende des Lackdrahtes fest an ein Polblech der Batterie mit Hilfe der Polklemme an.
4. Berühre mit dem anderen Ende des Lackdrahtes das freie Polblech und nähere den Elektromagneten dem kleinen Nagel.

Auswertung

Was passiert, wenn du den kleinen Nagel dem Elektromagneten näherst?

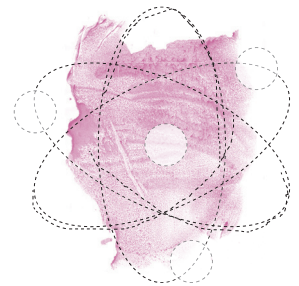
Durchführung

Roboter-Spiel

1. Teile ein Blatt Papier in acht gleich große Felder ein.
2. Schreibe beliebige Zahlen in jedes Feld. Die Zahlen entsprechen später den Punkten.
3. Lege das Blatt auf den Fußboden.
4. Lass nun den kleinen Nagel mit dem Elektromagneten vom Tisch auf das Blatt fallen.

Das Roboterspiel könnt ihr gegeneinander spielen. Du hast die Punktzahl des Feldes erreicht, in das der Nagel fällt. Liegt er zwischen zwei Feldern, hast du Pech gehabt. Wer erreicht die höchste Punktzahl?

ARBEITSGEMEINSCHAFTEN PHYSIK / TECHNIK



Experimente Elektrizität

Stromkreis

1. Versuche mit Lampe und Batterie 323
2. Leiter und Nichtleiter 324

Batterien — netzunabhängige Stromquellen

3. Der Bleistiftspitzer — ein Wunderwerk? 326
4. Bau einer Fruchtbatteie 327
5. Bau einer Trockenbatteie 329

Lötkurs

6. Löten von Figuren 331
7. Löten elektrischer Platinenschaltungen 332

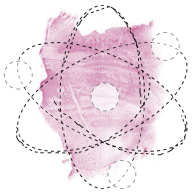
Bau elektrischer Geräte

8. Morseapparat 333

Spiele

9. Zitterachterbahn 337
10. UND-Schaltung 338

! Beachte beim Experimentieren die Hinweise im Kapitel »Sicheres Arbeiten im Labor« (Seite 7 ff.) und »Chemikalien Arbeitsgemeinschaften Physik/Technik — Einstufung und Kennzeichnung (Seite 339 ff.).



Elektrizität

Einführung

Elektrizität existiert seit den Anfängen des Universums und zwar überall. Blitze am Himmel gab es schon vor Milliarden Jahren. Aber auch in der belebten Welt empfängt das Auge Lichtstrahlen und verwandelt sie in winzige elektrische Signale, die über Nerven ins Gehirn gelangen. Unser Bewusstsein und die Fähigkeit zu denken und uns zu bewegen, hängt von elektrischen Signalen ab. Manche Tiere, zum Beispiel der elektrische Aal in Südamerika, können Elektrizität erzeugen.

Für uns sind elektrisches Licht, Radio, Fernseher, Computer, Kühlschrank und andere Elektrogeräte ganz selbstverständlich. Eine Welt ohne Elektrizität ist heute unvorstellbar. Vor einigen hundert Jahren konnten die Menschen dergleichen aber überhaupt noch nicht.

Bei der Erforschung der Elektrizität haben viele Wissenschaftler mitgewirkt. Bereits 600 v. Chr. entdeckte der griechische Philosoph und Mathematiker **Thales von Milet**, dass Bernstein eine elektrische Ladung erhält, wenn man ihn reibt (Bernsteinelektrizität, negative Ladung). **Benjamin Franklin** ließ 1729 während eines Gewitters einen Drachen steigen und bekam einen heftigen elektrischen Schlag. Damit entdeckte er die elektrische Natur von Blitzen. Danach gab es viele weitere Pioniere, die heute Teil unserer elektrotechnischen Terminologie geworden sind: **Alessandro Volta**, **André Ampère**, **James Watt**, usw.

Wichtige Begriffe der Elektrizität sind Ladung, Spannung, Strom und Stromstärke.

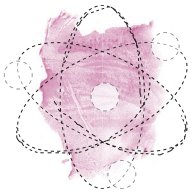
Es gibt zwei Arten von Ladungen: die Glaselektrizität (positiv; entsteht beim Reiben eines Glasstabes) und die Bernsteinelektrizität (negativ). Gleiche Ladungen stoßen sich ab, ungleiche Ladungen ziehen sich an. Die Spannung (U) tritt in einem elektrischen System zwischen zwei Punkten mit einem Ladungsunterschied (Potential) auf. Die Spannung wird in Volt [V] gemessen. Spannungen bis 50 V bezeichnet man als Schwachstrom, bis 230/380 V als Starkstrom. Ab 1000 V spricht man von Hochspannung. Spannung kann man auf unterschiedliche Weise erzeugen, z.B. durch Induktion, Elektrolyse, Wärme oder Reibung. Wenn zwei Körper eine ungleiche Anzahl von Elektronen besitzen, entsteht ein Spannungsunterschied, welchen die Elektronen automatisch auszugleichen versuchen.

Dies ist die Ursache des Stromflusses. Wenn diese zwei Körper unterschiedlicher Elektronenzahl durch ein leitendes Material verbunden werden, fließt ein Strom. In der Elektrotechnik gibt es verschiedene Materialien, die den Strom leiten, dazu gehören beispielsweise alle Metalle, Kohle und Lösungen von Säuren, Basen und Salzen.

Nichtleiter sind z.B. Glas, Porzellan, Gummi, Holz und destilliertes Wasser. Je mehr Elektronen sich in einer Zeiteinheit durch den Querschnitt des Leiters bewegen, desto stärker ist der Strom, der durch den Leiter fließt. Bestimmt man den Strom, so spricht man von Stromstärke. Elektronen bewegen sich mit einer Geschwindigkeit von 1 mm/s. Der elektrische Strom wird in Ampère [A] gemessen ($1 \text{ A} = 6 \cdot 10^{18}$ Elektronen pro Sekunde).

Elektrischer Strom lässt sich auf einfache Weise in Batterien, Akkus und Kondensatoren speichern.

Elektrizität reizt und beeinflusst das Nervensystem von Lebewesen. Schon bei geringen Stromstärken kann es zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen bis hin zum Herzstillstand kommen.



Stromkreis

1. Versuche mit Lampe und Batterie

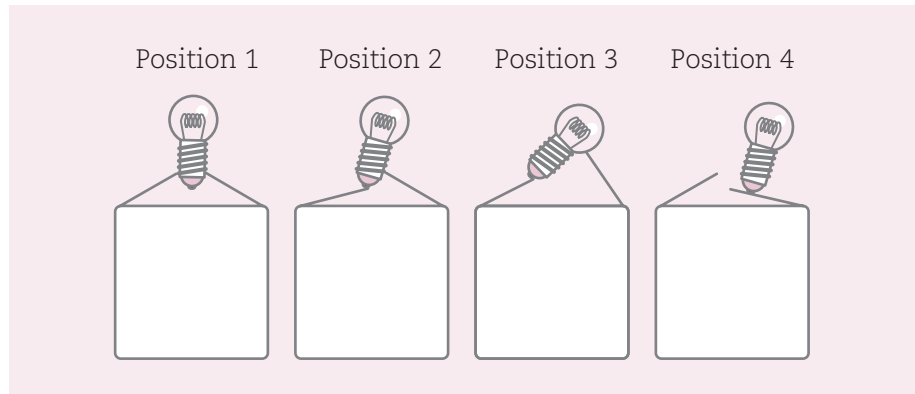
Materialien

Flachbatterie 4,5 Volt

Lämpchen

Durchführung

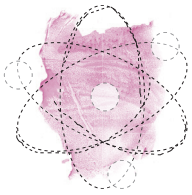
Versuche, ein Lämpchen zum Leuchten zu bringen. Teste die verschiedenen Positionen, die in der Abbildung gezeigt sind:



Auswertung

Wann leuchtet das Lämpchen?

	Position 1	Position 2	Position 3	Position 4
Lämpchen leuchtet (ja/nein)				



Stromkreis

2. Leiter und Nichtleiter

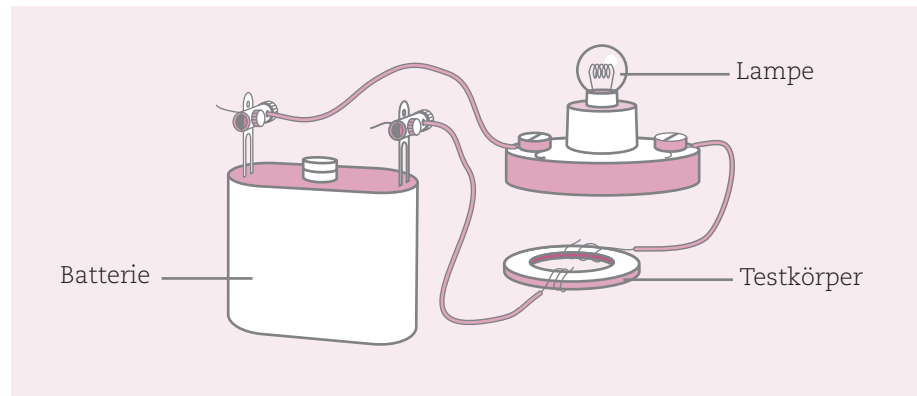
Materialien

Testkörper aus Holz, Aluminium, Kupfer, Kunststoff, Schnur, Porzellan, Gummi, Kohle, Eisen, Stein, Messing, Glas

Flachbatterie 4,5 Volt
Lämpchen mit Fassung
2 Polklemmen
3 Drähte

Durchführung

1. Baue die Schaltung gemäß der Abbildung auf.

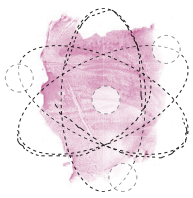


2. Bringe nacheinander die unterschiedlichen Testkörper in den Stromkreis. Stelle für jeden Testkörper fest, ob er den elektrischen Strom leitet oder nicht.

Auswertung

Welche Körper leiten den elektrischen Strom?

Testkörper aus	Leitet den Strom (ja/nein)
Holz	
Aluminium	
Kupfer	
Kunststoff	
Schnur	
Porzellan	
Gummi	
Kohle	
Eisen	
Stein	
Messing	
Glas	



Batterien — netzunabhängige Stromquellen

Einführung

Eine Batterie ist ebenso wie unsere Steckdose eine »Elektronenpumpe«. In einer Batterie entsteht elektrischer Strom durch die chemische Reaktion zweier Elektroden (= elektrische Leiter) mit einem Elektrolyten (= leitende Flüssigkeit oder breiförmige Substanz).

Die Elektroden sind mit jeweils einem Metallpol der Batterie verbunden. An diese Pole wird der Verbraucher angeschlossen. Es entsteht ein geschlossener Stromkreis. Es fließt ein Elektronenstrom vom Minuspol über den Verbraucher zum Pluspol, bis eine Elektrode verbraucht ist.

3. Der Bleistiftspitzer — ein Wunderwerk?

Materialien

Becherglas 250 ml	Krokodilklemmen
2 Bleistiftspitzer aus Metall	Kabel
Spatel	Spannungsmessgerät
Waage	Kunststoffstab
Elektromotor (hochohmig)	Schraubenzieher

Chemikalien

Natriumchlorid (Kochsalz)	Wasser
---------------------------	--------

Sicherheit

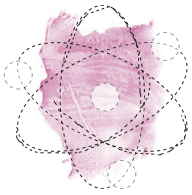
Trage eine Schutzbrille.



Durchführung

Bleistiftspitzer im Salzbad

1. Wiege 10 g Kochsalz in ein Becherglas ab.
2. Gib 150 ml Wasser hinzu und rühre mit dem Kunststoffstab vorsichtig um, bis sich alles gelöst hat.
3. Lege einen Bleistiftspitzer in diese Lösung. Was passiert mit dem Spitzer?



Batterien — netzunabhängige Stromquellen

3. Der Bleistiftspitzer — ein Wunderwerk?

Auswertung

Trage deine Beobachtungen in die Tabelle ein

Zeit	Beobachtung
sofort	
nach 10 min	
nach 1 h	
nach 8 Tagen	

Durchführung

Spannung im Bleistiftspitzer

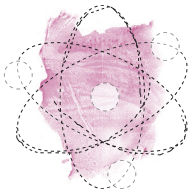
1. Wiege 10 g Kochsalz in ein Becherglas ab.
2. Gib 150 ml Wasser dazu und rühre um, bis sich alles gelöst hat.
3. Löse mit dem Schraubenzieher die Klinge vom zweiten Bleistiftspitzer.
4. Befestige je eine Krokodilklemme und ein Kabel an der Klinge und dem Anspitzkörper (Gehäuse).
5. Lass nun die Klinge und den Anspitzkörper in das Salzwasser hängen. Die Krokodilklemmen dürfen das Wasser hierbei nicht berühren.
6. Verbinde die Krokodilklemmen über die Kabel mit dem Spannungsmessgerät (Messbereich: 0 bis 3 Volt) bzw. schließe den Elektromotor an.

Auswertung

Stelle mit dem Messgerät die Spannung fest.

Ist die Klinge oder der Anspitzkörper der Minuspol?

Prüfe, ob der Elektromotor läuft.



Batterien — netzunabhängige Stromquellen

4. Bau einer Fruchtbatte

Materialien

Saftige Zitronen

Kupferblech

Spannungsmessgerät

Zinkblech

Kabel

Leuchtdiode (LED)

Krokodilklemmen

Sicherheit

Trage eine Schutzbrille. Beim Arbeiten mit Lebensmitteln im Chemielabor sind diese so zu behandeln wie Chemikalien. Geschmacksproben sind verboten!



Durchführung

Zitrone als Leiter

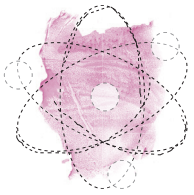
1. Press die Zitrone mit der Handfläche auf die Tischplatte und rolle sie eine Weile unter diesem Druck.
2. Ritze nun die Schale der Frucht etwas an und stecke die beiden Metallbleche in die Zitrone. Achte darauf, dass sich die Bleche in der Frucht nicht berühren!
3. Verbinde die beiden Bleche nun mit Hilfe von Krokodilklemmen und Kabeln mit dem Messgerät und miss die Spannung (Messbereich: 0 bis 3 Volt).

Auswertung

Welche Spannung kannst du messen?

Welches Metall bildet den Minuspol?

Prüfe, ob die Leuchtdiode leuchtet (der längere Metallstift muss an den Pluspol angeschlossen werden). Trage deine Ergebnisse in die Tabelle ein.



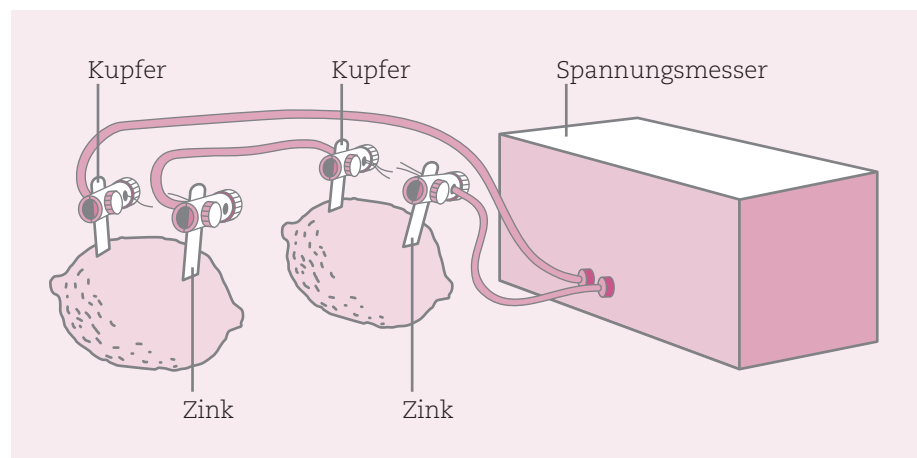
Batterien — netzunabhängige Stromquellen

4. Bau einer Fruchtbatterie

Durchführung

Spannungsmessung mit Zitronen

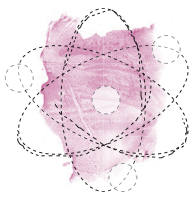
1. Arbeite mit deinen Mitschülern zusammen.
2. Verbindet nun zwei oder mehrere Zitronen so miteinander, dass das Kupferblech einer Zitrone jeweils mit dem Zinkblech der nächsten Zitrone verbunden ist (Reihenschaltung, siehe Abbildung).
3. Verbindet das Zinkblech der ersten Zitrone und das Kupferblech der letzten Zitrone in der Reihe mit dem Messgerät und misst die Spannung.



Auswertung

Wie verändert sich die Spannung? Bringt ihr die LED zum Leuchten?

	Spannung [V]	LED leuchtet (ja/nein)
Versuch mit einer Zitrone		
Versuch mit mehreren Zitronen		



Batterien — netzunabhängige Stromquellen






5. Bau einer Trockenbatterie

Sicher kennst du Trockenbatterien (z.B. Mignon-Zellen), wie sie in Taschenlampen oder tragbaren CD-Spielern zu finden sind. Diese Batterien kannst du selbst bauen.

Materialien

Teelichtbecher aus Aluminium	Graphitstab
Spannungsmessgerät	Stift
Leuchtdiode (LED)	Kabel
Krokodilklemmen	Filterpapier
Porzellanschale	Becherglas 100 ml
Spatel	Waage
Schere	Schutzhandschuhe
Elektromotor (hochohmig, z.B. ein CD-Motor)	

Chemikalien

Ammoniumchlorid  Achtung	Stärke
Braunstein   Gefahr (Mangandioxid)	Wasser
Ethanol   Gefahr	

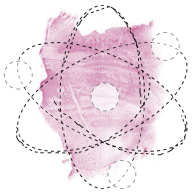
Sicherheit

Arbeite unter dem Abzug. Trage eine Schutzbrille und Schutzhandschuhe. Ethanol ist leicht entzündbar. Es darf keine offene Flamme oder andere Zündquelle in der Nähe sein!



Durchführung

1. Reinige den Teelichtbecher in der Porzellanschale gut mit Ethanol.
2. Gib in ein 100-ml-Becherglas 10 g Ammoniumchlorid und 15 g Braunstein.
3. Füge zu dieser Mischung zur Stabilisierung mit dem Spatel noch etwas Stärke hinzu.
4. Gib Wasser unter Rühren in kleinen Portionen zu, bis du einen zähen Brei erhältst.
5. Schneide ein Filterpapier so zu, dass es die Innengröße des Teelichtbechers besitzt.
6. Lege es auf den Boden des Teelichtbechers, fülle den Brei darauf (dieser sollte den Teelichtbecher nicht direkt berühren) und stecke dann den Graphitstab hinein.
7. Verbinde den Becher und den Graphitstab nun mit Hilfe von Krokodilklemmen und Kabeln mit dem Messgerät und miss die Spannung (Messbereich: 0 bis 3 Volt).
8. Versuche, den Elektromotor zu betreiben.
9. Prüfe, ob die Leuchtdiode leuchtet (der längere Metallstift muss an den Pluspol angeschlossen werden).



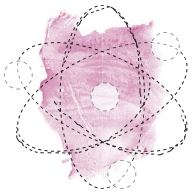
Batterien — netzunabhängige Stromquellen

5. Bau einer Trockenbatterie

Auswertung

Trage deine Ergebnisse in die Tabelle ein. Welche Spannung misst du zwischen Teelichtbecher und Graphitstab?

Spannung [V]	Elektromotor läuft (ja/nein)	LED leuchtet (ja/nein)



Lötkurs

6. Löten von Figuren

Materialien

Lötstation mit LötKolben
Bleifreies Lötzinn
Papier
Hitzebeständige Unterlage (z.B. Kachel)

Draht (beliebig)
Zange
Bleistift

Sicherheit

Trage eine Schutzbrille. Verbrennungsgefahr! Lass dich in den sicheren Umgang mit dem LötKolben einweisen und arbeite nur unter Aufsicht deines Lehrers.



Durchführung

Vorbereitung

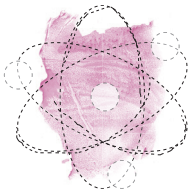
1. Fertige eine Zeichnung einer beliebigen Figur auf Papier an.
2. Lege die Vorlage auf die hitzebeständige Unterlage.
3. Schneide Drahtstücke geeigneter Länge zu.
4. Biege die Drahtstücke entsprechend deiner Vorlage.
5. Entferne das Vorlagenpapier.

Löten einer Figur

1. Beschwere die Drähte, die du zusammenlöten möchtest (z.B. mit einer weiteren Kachel), um sie in Position zu halten.
2. Erwärme die Lötstelle mit dem LötKolben.
3. Führe nach dem Erwärmen das Lötzinn zu.
4. Entferne die Lötspitze, wenn die zu verbindenden Drähte von dem Lötzinn umhüllt sind und sich ein Zinnkegel gebildet hat.

Lehrerinformation

Eine optimale Lötstelle ist mechanisch stabil. Es bilden sich keine Fäden oder Spitzen von Lötzinn.



Lötkurs

7. Löten elektrischer Platinenschaltungen

Materialien

Lötstation mit Lötkolben	Bleifreies Lötzinn
Zange	Pinzette
Kleiner Schraubenzieher	Holzplatte
Farben	Pinsel
Bausatz (siehe Lehrerinformation)	Laubsäge

Sicherheit

Trage eine Schutzbrille. Verbrennungsgefahr! Lass dich in den sicheren Umgang mit dem Lötkolben einweisen und arbeite nur unter Aufsicht deines Lehrers.

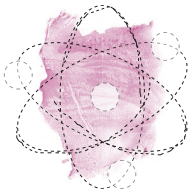


Durchführung

1. Löten der Platine: Löte alle Kondensatoren, Widerstände, integrierte Schaltungen etc. auf die Platine analog der Gebrauchsanweisung der Bausätze.
2. Fehlersuche: Funktioniert die Schaltung nicht, musst du nach fehlerhaften Lötstellen suchen. Diese Suche ist oft sehr zeitaufwendig.
3. Gehäusebau: Säge die Bauteile mit einer Laubsäge aus einer Holzplatte. Bemale die Einzelteile und klebe sie zusammen.

Lehrerinformation

Verschiedene Hersteller bieten Bausätze zum Thema Löten an (z.B.: Bewegungsmelder, Verkehrsampeln, Radios).



Bau elektrischer Geräte

8. Morseapparat

Einführung

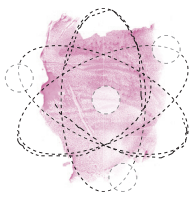
Die Idee, ein Telegraphenalphabet aus Punkten und Strichen (Morsealphabet) zur Nachrichtenübermittlung durch Aufzeichnung auf einen Papierstreifen zu benutzen, stammt von **Samuel Morse**. Sie ist zum ersten Mal am 24. Mai 1844 angewendet worden, um ein Telegramm im öffentlichen Nachrichtenverkehr zu übermitteln. Die ersten Morseapparate waren Stiftschreiber. Ein von einem Elektromagneten betätigter Stift prägte mechanisch eine Rille in einen Papierstreifen, von dem der Text abgelesen und handschriftlich auf ein Telegrammformular übertragen wurde.

Bevor es den Morseapparat gab, konnte man Nachrichten nur per Post von einem Ort zum anderen bringen. Gerade in Amerika dauerte dies zum Teil Tage oder sogar Monate. Die Erfindung des Morseapparates ermöglichte es, Nachrichten in wenigen Minuten zu übermitteln. Dazu nutzte man das Morsealphabet. Es ist aus Punkten und Strichen aufgebaut.

Ein Strich (—) bedeutet: langer Ton bzw. langer Druck auf den Taster.

Ein Punkt (·) bedeutet: kurzer Ton bzw. kurzer Druck auf den Taster.

Gemorst wird immer nacheinander. Am Ende eines Satzes wird »**Stop**« gemorst und am Ende einer Nachricht »**Ende**«.



Bau elektrischer Geräte

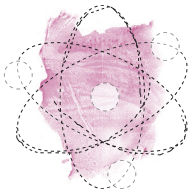
8. Morseapparat

Die Morsezeichen:

Buchstabe	CW-Zeichen	gesprochen
A	· - -	di da
B	- · · ·	da di di di
C	- · - ·	da di da di
D	- · ·	da di di
E	·	di
F	· · - ·	di di da di
G	- - ·	da da di
H	· · · ·	di di di di
I	· ·	di di
J	· - - -	di da da da
K	- · -	da di da
L	· - · ·	di da di di
M	- -	da da
N	- ·	da di
O	- - -	da da da
P	· - - ·	di da da di
Q	- - - -	da da di da
R	· · -	di da di
S	· · ·	di di di
T	-	da
U	· · -	di di da
V	· · · -	di di di da
W	· - -	di da da
X	- · · -	da di di da
Y	- - - -	da di da da
Z	- - ·	da da di

Ziffer	CW-Zeichen	gesprochen
0	- - - - -	da da da da da
1	· - - - -	di da da da da
2	· · - - - ·	di di da da da di di
3	· · · - -	di di di da da
4	· · · · - ·	di di di di da di di
5	· · · · ·	di di di di di
6	- · · · ·	da di di di di
7	- - · · ·	da da di di di
8	- - - · ·	da da da di di
9	- - - - ·	da da da da di

Zeichen	CW-Zeichen	gesprochen
Trennung =	- · · ·	da di di di
Komma	- - - - -	da da di di da da
Punkt	· - - - -	di da di da di da
Fragezeichen	· · - - - ·	di di da da di di
Bruchstrich (/)	- · · · ·	da di di da di
Spruchanfang >KA<	- - - - -	da di da di da
Spruchende >AR<	· · · · ·	di da di da di
Verkehrsende >SK<	· · · - - -	di di di da di da



Bau elektrischer Geräte

8. Morseapparat

Materialien

Batterie 9 Volt	1 Kabel, ca. 3 m lang
Lämpchen	3 Holzplatten, ca. 1 cm dick
Holzleim	3 Kabel, ca. 15 cm lang
Schraubenzieher	Akkubohrer
Lötstation mit LötKolben	Bleifreies Lötzinn
Taster (im Bau- und Bastelmarkt erhältlich)	Laubsäge

Sicherheit

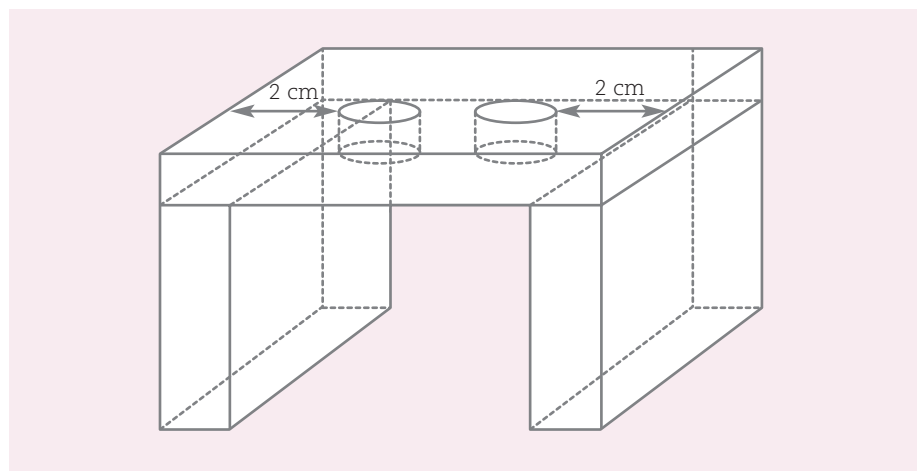
Trage eine Schutzbrille. Verbrennungsgefahr! Lass dich in den sicheren Umgang mit dem LötKolben einweisen und arbeite nur unter Aufsicht deines Lehrers.

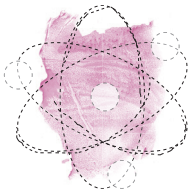


Durchführung

Vorbereitung der Holzplatte

1. Säge eine Holzplatte mit den Maßen 7 cm x 10 cm zurecht.
2. Bohre mit einem Akkubohrer jeweils 2 cm vom linken und rechten Rand entfernt ein Loch in die Holzplatte. Die Größe der Löcher richtet sich nach dem Durchmesser von Taster und Lampenfassung.
3. Säge dir zwei weitere Holzplatten mit den Maßen 7 cm x 5 cm aus.
4. Klebe die drei Holzplatten nun gemäß der Zeichnung zu einem Tisch zusammen.





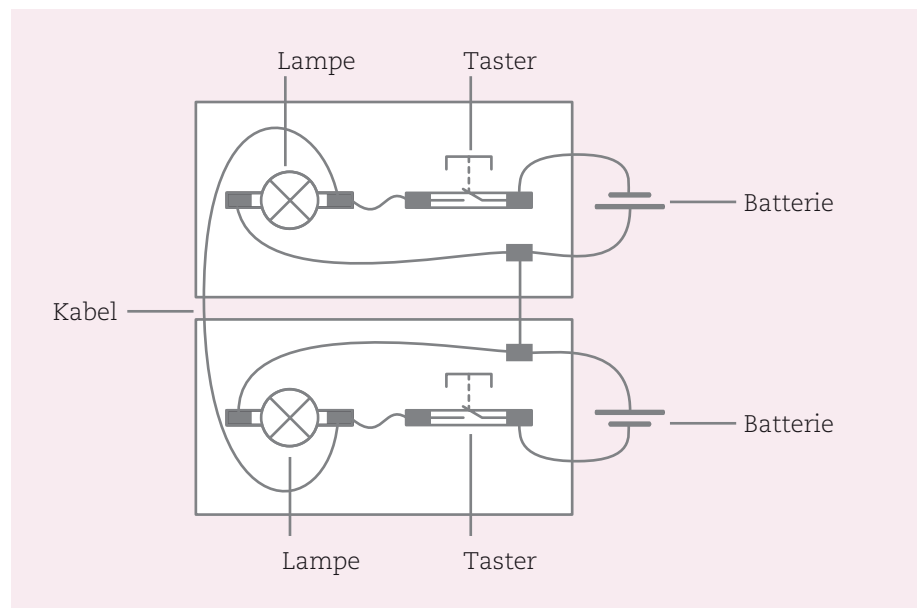
Bau elektrischer Geräte

8. Morseapparat

Durchführung (Fortsetzung)

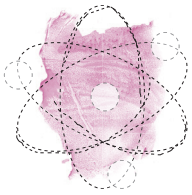
Bau des Morseapparates

1. Setze das Lämpchen in das linke Loch und den Taster in das rechte Loch deines Tisches.
2. Befestige beides mit Hilfe der Muttern (diese sind beim Kauf von Lämpchen und Taster dabei), so dass sie nicht mehr herausfallen können.
3. Verlöte die Kabel wie in der Abbildung gezeigt. Benutze die beiden längsten Kabel (deines und das Kabel deines Nachbarn), um die Morseapparate miteinander zu verbinden.
4. Stecke nun die Batterien in die beiden Morseapparate und probiere, ob beide Lichter leuchten, wenn du auf den Taster drückst. Wenn ja, kannst du morsen.



Lehrerinformation

Im Vorfeld sollte ein Morseapparat als Anschauungsobjekt durch die Lehrkraft gebaut werden. Das lange Kabel dient dazu, die Morseapparate über die Bänke hinweg zu verbinden.



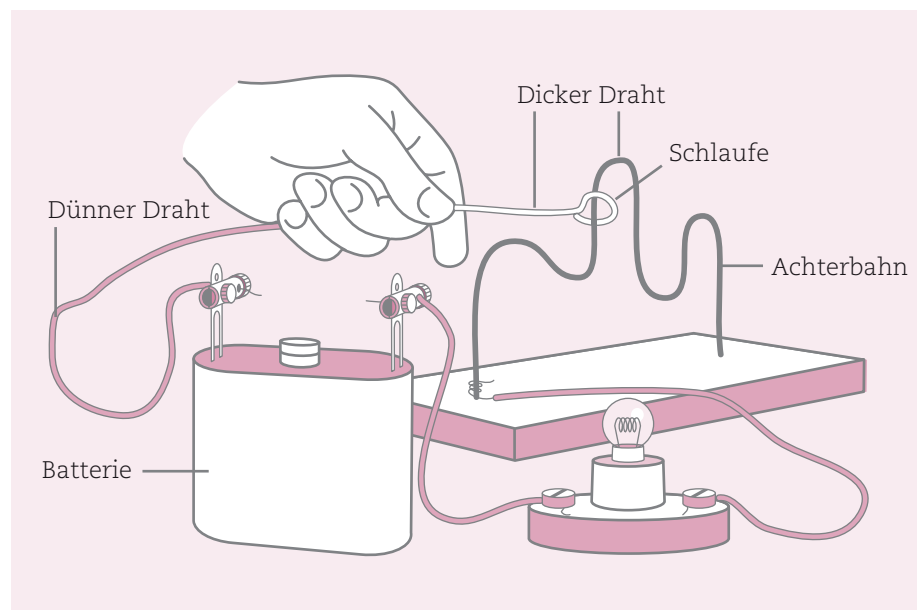
Spiele

9. Zitterachterbahn

Materialien

Batterie 4,5 Volt	2 Polklemmen
3 dünne Stücke isolierter Draht	Lämpchen mit Fassung
2 dicke Stücke nicht-isolierter Draht, etwa 20 cm und 50 cm lang (z.B. aus einem Drahtkleiderbügel oder aus einem dicken Stromkabel)	Styroporplatte, mindestens 15 cm x 15 cm x 4 cm

Versuchsaufbau

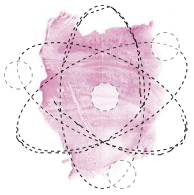


Durchführung

1. Biege aus dem längeren dicken Draht (ca. 50 cm) eine Achterbahn (siehe Abbildung).
2. Stecke die Enden dieser Achterbahn in die Styroporplatte.
3. Biege den kürzeren dicken Draht (ca. 20 cm) an einem Ende zu einer Schlaufe und verbinde diese mit der Achterbahn. Verbinde das andere Ende des Drahtes mit dem dünnen, isolierten Draht.
4. Befestige den dünnen Draht mit einer Polklemme am Pol der Batterie.
5. Schalte das Lämpchen zwischen die Batterie und deine Achterbahn.
6. Versuche, die Achterbahn möglichst schnell zu durchfahren, indem du die Schlaufe bewegst.

Auswertung

Kannst du die Bahn durchfahren, ohne das Lämpchen aufleuchten zu lassen? Erfinde verschiedene Regeln und spiele mit deinen Mitschülern: Wenn deine Mitspieler zittern und die Lampe aufleuchtet, gibt das z.B. einen Minuspunkt. Du kannst auch die Zeit beim Durchfahren der Achterbahn stoppen.



Spiele

10. UND-Schaltung

Materialien

Atlas	Batterie
8 Schalter	Drähte
Lämpchen mit Fassung	Papier zum Beschriften

Durchführung

Vorbereitung

1. Suche im Atlas vier unbekannte Nebenflüsse von deutschen Flüssen. Sie sollen in verschiedenen Bundesländern fließen.
2. Entwickle ein elektronisches Frage- und Antwortspiel, aus dem hervorgeht, welcher Nebenfluss in welchem Bundesland fließt.

Elektronik

1. Beschrifte die Schalter der linken Spalte mit den Nebenflüssen und die der rechten Spalte mit den Bundesländern in unterschiedlicher Reihenfolge.
2. Stelle deinem Partner nun eine Frage. Beispiel: »In welchem Bundesland fließt die Alsenz?« Verbinde dabei das Fragekabel mit dem Schalter Alsenz.
3. Ergänze den Stromkreis, ohne dass es dein Partner sieht. Verdecke die Verbindung mit einem Blatt Papier.
4. Dein Partner sucht nun mit dem Antwortkabel unter den Bundesländern nach der richtigen Antwort.

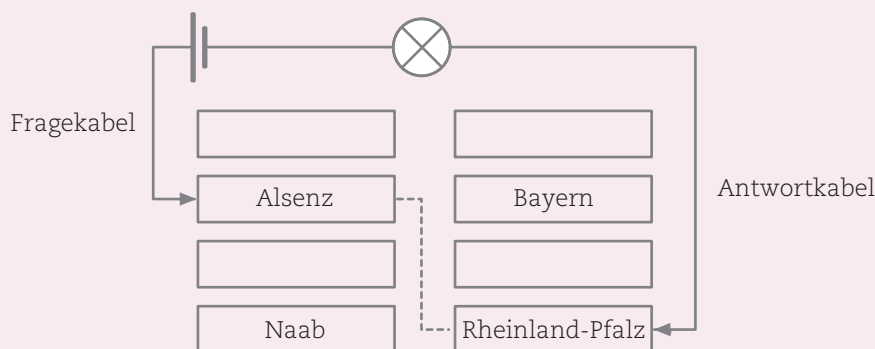
Auswertung

Das Lämpchen leuchtet nur, wenn der richtige Antwortschalter geschlossen wurde.

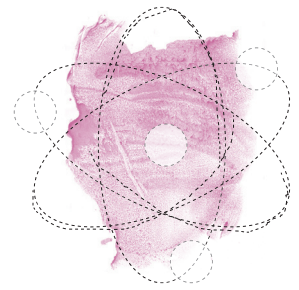
Denke dir andere Frage- und Antwortspiele aus.

Lehrerinformation

Der Aufbau der Schaltung sieht folgendermaßen aus:



ARBEITSGEMEINSCHAFTEN PHYSIK / TECHNIK

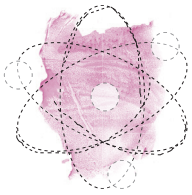


Chemikalien Einstufung und Kennzeichnung

Hinweis







Die Angaben zur Einstufung und Kennzeichnung der verwendeten Chemikalien erfolgen nach GHS*. Da sich diese Einstufungen und die Kennzeichnung ändern können, sind immer die aktuellen Angaben auf dem Kennzeichnungsetikett der verwendeten Chemikalien zu berücksichtigen.

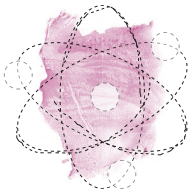
*GHS — Kurzform für Globally Harmonized System — in der EU umgesetzt durch die Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (CLP-Verordnung).



Chemikalien Arbeitsgemeinschaften Physik/Technik




Einstufung und Kennzeichnung

<p>Aceton</p>   <p>Gefahr</p>	<p>Gefahrenhinweis:</p> <p>H225 Flüssigkeit und Dampf leicht entzündbar.</p> <p>H319 Verursacht schwere Augenreizung.</p> <p>H336 Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.</p> <p>EUH066 Wiederholter Kontakt kann zu spröder oder rissiger Haut führen.</p>
<p>Ammoniumchlorid (Salmiak)</p>  <p>Achtung</p>	<p>Gefahrenhinweis</p> <p>H302 Gesundheitsschädlich bei Verschlucken.</p> <p>H319 Verursacht schwere Augenreizung.</p>
<p>Braunstein siehe unter Mangandioxid</p>	
<p>Calciumchlorid-Hexahydrat</p>  <p>Achtung</p>	<p>Gefahrenhinweis</p> <p>H319 Verursacht schwere Augenreizung.</p>
<p>Ethanol</p>   <p>Gefahr</p>	<p>Gefahrenhinweis:</p> <p>H225 Flüssigkeit und Dampf leicht entzündbar.</p> <p>H319 Verursacht schwere Augenreizung.</p>



Chemikalien Arbeitsgemeinschaften Physik/Technik

Einstufung und Kennzeichnung

<p>Kaliumnitrat (Salpeter)</p>  <p>Gefahr</p>	<p>Gefahrenhinweis H272 Kann Brand verstärken; Oxidationsmittel.</p>
<p>Mangandioxid (Braunstein)</p>  <p>Gefahr</p>	<p>Gefahrenhinweis H272 Kann Brand verstärken; Oxidationsmittel. H302 + H332 Gesundheitsschädlich bei Verschlucken oder Einatmen.</p>
<p>Salmiak siehe unter Ammoniumchlorid</p>	
<p>Salpeter siehe unter Kaliumnitrat</p>	
<p>Stickstoff flüssig</p>  <p>Achtung</p>	<p>Gefahrenhinweis H281 Enthält tiefkaltes Gas; kann Kälteverbrennungen oder -verletzungen verursachen. Aus 1 Liter flüssigem Stickstoff entstehen beim Verdampfen ca. 700 Liter gasförmiger Stickstoff. Auf ausreichende Belüftung achten!</p>