

## Exhibit 2a: Gekoppelte Pendel

Zwei Pendel, die an einer gemeinsamen Aufhängung hängen, schwingen in verblüffenden Mustern vor und zurück. Dabei beeinflusst die Bewegung des einen Pendels die Bewegung des anderen.

### Material:

- 2 Dosen aus Plastik inkl. Deckel (z.B. Filmdosen oder Tablettendosen)
- Gewichte (z.B. Brausetabletten, Münzen, Beilagscheiben, Steine,...)
- 2 Stücke eines Drahtkleiderbügels (jeweils ca. 20 cm lang)
- Schnur (ca. 90 cm lang)
- 2 Sessel (oder eine andere Möglichkeit zum Spannen der Schnur)
- Handbohrer, Zange, Zwinde
- ev. Gaffaband, Waage, Maßband



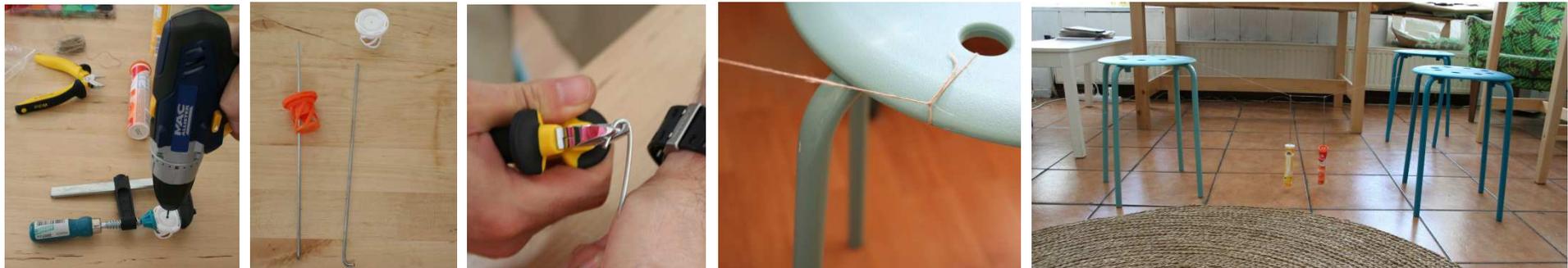


Ein Projekt des Vereins ScienceCenter-Netzwerk in Kooperation  
mit der Wissensfabrik – Unternehmen für Österreich

### Bau:

(30 min oder kürzer)

Spanne und befestige die Schnur zwischen zwei Halterungen (z.B. Stühlen oder Tischbeinen). Die Halterungen sollen ca. 50-75 cm weit auseinander stehen. Bohre ein Loch in die Mitte des Dosendeckels. Das Loch soll gerade groß genug sein, um das eine Ende des Drahtkleiderbügels durchzustechen. Biege das Ende des Drahtes so um, dass es nicht mehr aus dem Deckel rutscht. Achte darauf, dass du immer noch mit dem Deckel die Dose verschließen kannst. Biege das andere Ende des Drahtes zu einem Haken, so dass die Dose frei auf deiner gespannten Schnur hängen kann. Mach dasselbe mit der zweiten Dose. Die zwei Drahtaufhängungen sollten in etwa gleich lang sein. Fülle in beide Dosen dieselbe Menge an Brausetabletten, Münzen oder andere Gewichte (die Dosen sollten gleich schwer sein). Hänge deine Dosen nun als Pendel an die Schnur, so dass sie jeweils den gleichen Abstand zur Befestigung haben.



Fotos: Verein ScienceCenter-Netzwerk

*Unser Testurteil: Einfach und relativ schnell. Die Bohrung durch den Deckel ist einfach, kann aber durch einen Nagel und Hammer ersetzt werden.*



### Entdecken und Ausprobieren:

Bring vorsichtig ein Pendel zum Schwingen. Beobachte genau: Während das Pendel nach vor und zurück schwingt, kannst du vielleicht sehen, wie das andere Pendel ebenfalls zu schwingen beginnt. Mit jedem Ausschlag wird die Schwingungsweite und die Geschwindigkeit größer. Das Pendel, das du am Anfang in Schwingung versetzt hast, wird währenddessen immer langsamer – bis es eventuell sogar stoppt, während das zweite Pendel weiterschlägt. Was kannst du nun beobachten?

Experimentiere, indem du die Drahtlänge (die Aufhängung deiner Pendel) länger oder kürzer biegst. Probiere aus, wie sich die Pendel bei stärker oder schwächer gespannter Schnur verhalten.

### Was passiert?

Jedes Pendel hat eine natürliche Frequenz (die so genannte Resonanzfrequenz). Diese entspricht der Anzahl von Schwingungen, die das Pendel pro Sekunde vor und zurück schwingt. Die Resonanzfrequenz hängt von der Länge des Pendels ab. Längere Pendel haben eine niedrigere Resonanzfrequenz.

Jedes Mal, wenn das erste Pendel schwingt, zieht es an der Schnur, an der beide Pendel hängen, und gibt dadurch dem zweiten Pendel einen kleinen Ruck. Da beide Pendel (wenn du genau genug gearbeitet hast) dieselbe Länge haben, haben sie auch dieselbe Resonanzfrequenz. Also beginnt das zweite Pendel auch zu schwingen. Wenn das zweite Pendel zu schwingen beginnt, wirkt es auch aufs erste zurück. Während das zweite Pendel am Höhepunkt des Ausschlags ist, ist das erste irgendwo in der Mitte. Durch diese kleine Verzögerung wird das erste Pendel nach und nach abgebremst.

Denk an eine Schaukel: Wenn du die Schaukel zum richtigen Zeitpunkt antauchst, schaukelst du immer höher und höher. Taucht jemand jedoch im falschen Moment an, wird die Schaukel langsamer und stoppt ab.

Das zweite Pendel stuppst das erste also immer im „falschen“ Moment an. Das bringt das erste Pendel zum Stillstand, es hat all seine Energie an das zweite Pendel übertragen. Doch jetzt beginnt das Spiel von neuem. Und das geht so lang, bis beide Pendel durch Reibung und Luftwiderstand zum Stillstand kommen: die Energie ist verbraucht.

Wenn die Pendel unterschiedlich lang sind, haben sie eine unterschiedliche Resonanzfrequenz. Die Pendel schwingen, aber mit einer ungleichen, ruckartigen Bewegung.



Ein Projekt des Vereins ScienceCenter-Netzwerk in Kooperation  
mit der Wissensfabrik – Unternehmen für Österreich

### Noch mehr:

Du kannst einfach voraussagen, wie oft deine beiden Pendel Energie hin- und herschicken. Bring beide Pendel gleichzeitig zum Schwingen – parallel vor und zurück. Zähle die Anzahl der Schwünge pro Minute. Bring die Pendel jetzt gegengleich zum Schwingen: zieh' eines nach vor, eines genauso weit zurück und lass' sie gleichzeitig los. Zähle wieder die Anzahl der Schwünge pro Minute. Ziehe jetzt die größere von der kleineren Zahl ab. Genauso oft, wird die Energie deiner Pendel von einem zum anderen pro Minute hin- und hergeschickt, wenn du (wie oben beschrieben) nur ein Pendel zum Schwingen bringst.

In der Physik spricht man von Eigenschwingungen, Frequenzen und Schwebungen.

### Lehrplanbezüge:

- 3./4. Klasse VS: Sachunterricht: Erfahrungs- und Lernbereich Technik (Messen, Erstes Experimentieren)
- 1.-4. Klasse AHS, HS, NHS: Technisches Werken: Bauen
- 2./3. Klasse AHS, HS, NMS: Physik: „Alle Körper bestehen aus Teilchen“ (Frequenz, Tonhöhe)
- 5./6. Klasse AHS: Physik: Wellen (Akustik, Seismik, Energieübertragung)

### Linktipps:

<http://www.exploratorium.edu/snacks>

[http://www.brinkmann-du.de/physik/sek1/ph06\\_05.htm](http://www.brinkmann-du.de/physik/sek1/ph06_05.htm)

<http://de.wikipedia.org/wiki/Resonanz>

Alle Exhibits des Projekts "Mini-Science-Center" gibt's unter:

[www.science-center-net.at/msc](http://www.science-center-net.at/msc)