

Acoustic Levitator

Teilnehmer*innen: Laetitia Malotka, Nicolas Noah Perez Linkenheil und Tarek Sabet

Kurzbeschreibung

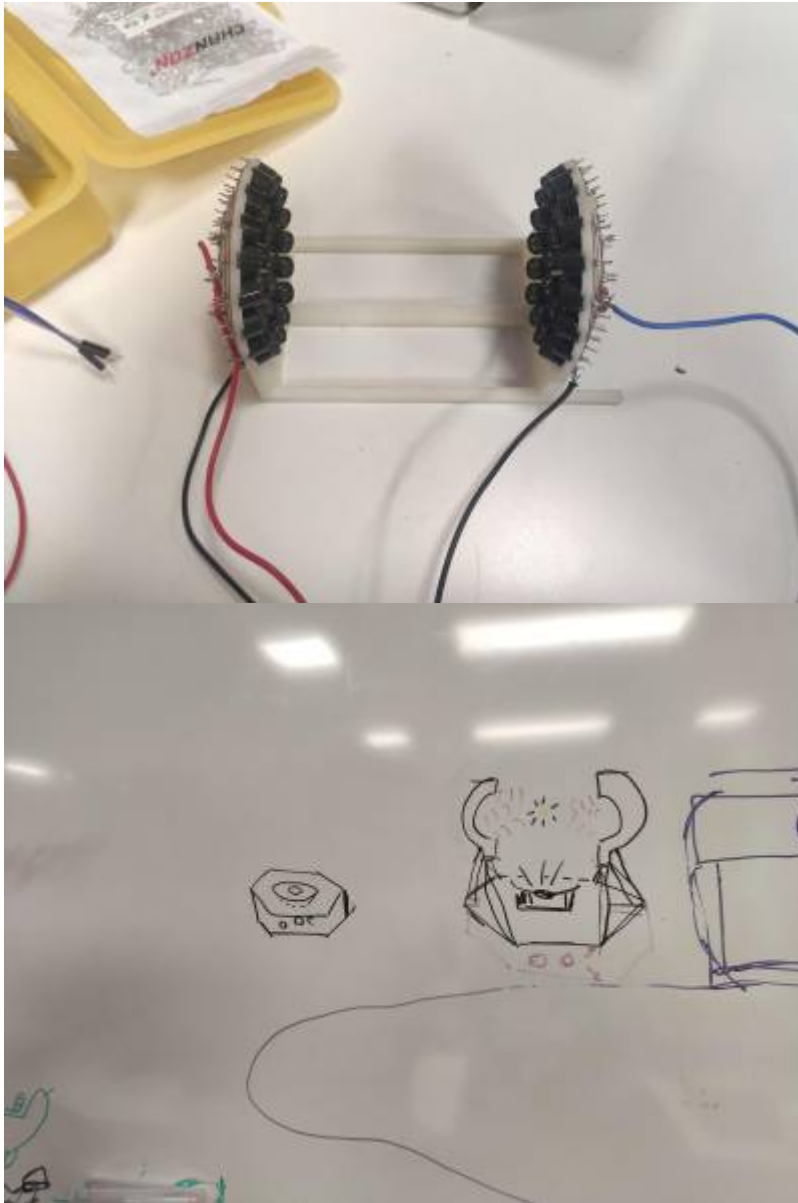
Motivation



Wir kennen zwar alle Schall und wissen, dass wir diesen mit unseren Ohren wahrnehmen können, die wenigsten erinnern sich aber darüber hinaus noch an mehr aus dem Physik-Unterricht. Und das möchten wir mit unserem Projekt ändern - denn Schallwellen werden in vielen Bereichen angewendet und können mehr als im Unterricht vermittelt wird (oder hängenbleibt). Unsere verschiedenen Studiengänge in der Gruppe hatten uns bereits im Voraus für dieses Thema sensibilisiert und spätestens nach beeindruckenden Videos von akustischer Levitation (https://www.youtube.com/watch?v=5e1_gQuyhl4&t=46s) war für uns klar, dass wir diese „Superkraft“ des Schalls mit Interessierten teilen wollen!

Projektidee

Die ursprüngliche Idee war, einen akustischen Levitator vollständig selbst (nach Anleitungen aus dem Internet) zu bauen und diesen dann dem Publikum im Rahmen der langen Nacht der Wissenschaften 2023 zu präsentieren. In Absprache mit den Lehrenden haben wir uns aber stattdessen für die Weiterentwicklung und Optimierung eines bereits bestehenden Prototypen eines akustischen Levitators einer Gruppe aus dem Projektlabor Wissenschaftskommunikation des Sommersemesters 2020 entschieden ([akustischer_levitator](#)). Auch der Ausstellungstag wurde in diesem Zuge auf den 22.04.2023 gemeinsam mit den Projekten der anderen Gruppen innerhalb des Semesters vorverlegt.



Kurze Erklärung

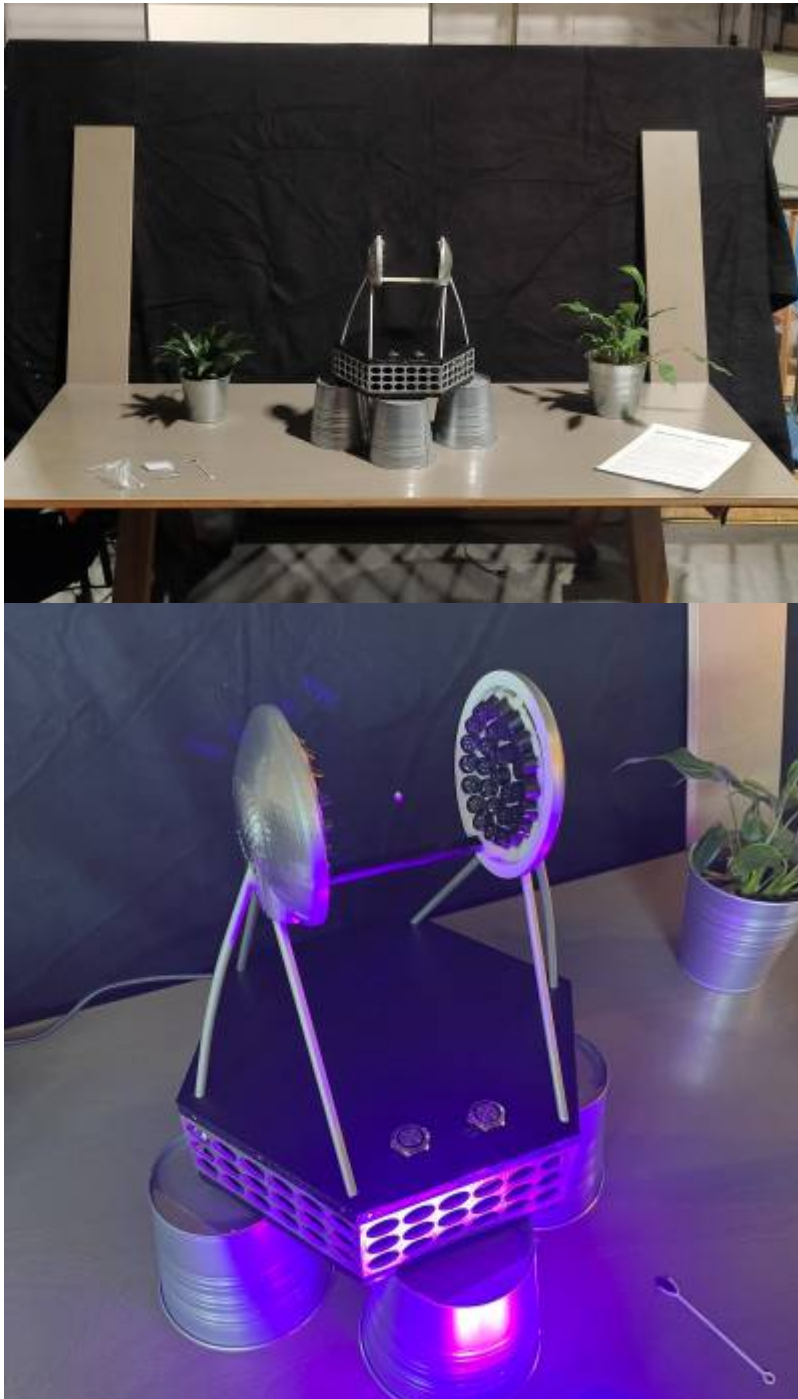
Levitation beschreibt den Zustand, wenn ein Objekt frei ohne jeglichen Kontakt zu Oberflächen in der Luft schwebt. Ermöglicht werden kann dies unter anderem durch Ultraschallwellen – daher „akustisch“. Bei unserem Levitator werden über gegenüberliegend angeordnete Schalen, die mit 40kHz-Lautsprechern bestückt sind, Ultraschallwellen ausgesendet. Diese überlagern sich zu stehenden Wellen und verändern den Luftdruck an jedem Punkt innerhalb des Raums zwischen den Levitator-Oberflächen. In dem so erzeugten akustischen Feld kann wiederum ein Objekt in der Schwebelage gehalten werden.

Kommunikation

Präsentationsform

Unser akustische Levitator ist ein kleines, leicht aufzubauendes Ausstellungsstück, welches mit

Beginn der Stromversorgung direkt funktionsbereit und für Demonstrationen geeignet ist. Mit kleinen Objekten wie Styroporkügelchen und einem entsprechenden Löffel zum Einsetzen dieser ist eine Möglichkeit zur Interaktion mit dem Publikum und damit dem „greifbar machen“ des akustischen Feldes gegeben, die sich auch großer Beliebtheit erfreute. Allerdings ist eine Betreuung für die Benutzung und Vermittlung der dargestellten wissenschaftlichen Hinweise notwendig, da sich diese nicht (oder nur Fachpersonen) instinktiv erschließen. Auch aufgrund der geringen Größe des Levitators würden wir immer einen erhöhten und/oder aufregend beleuchteten Standort des Levitators empfehlen.



Zielgruppe

Unsere Zielgruppe sind neugierige und Wissenschaftsinteressierte Menschen jeder Altersstufe (vielleicht mit Ausnahme von Kindern unter 6 Jahren aufgrund der Gefahr des Verschluckens von

Styroporkügelchen). Bei der Ausstellung zeigten sich vor allem physikalisch- und technisch interessierte Menschen besonders begeistert. Trotzdem erreicht der Levitator durch seine Interaktionsmöglichkeit auch Menschen ohne besondere Vorkenntnisse.

Kommunikationsziele

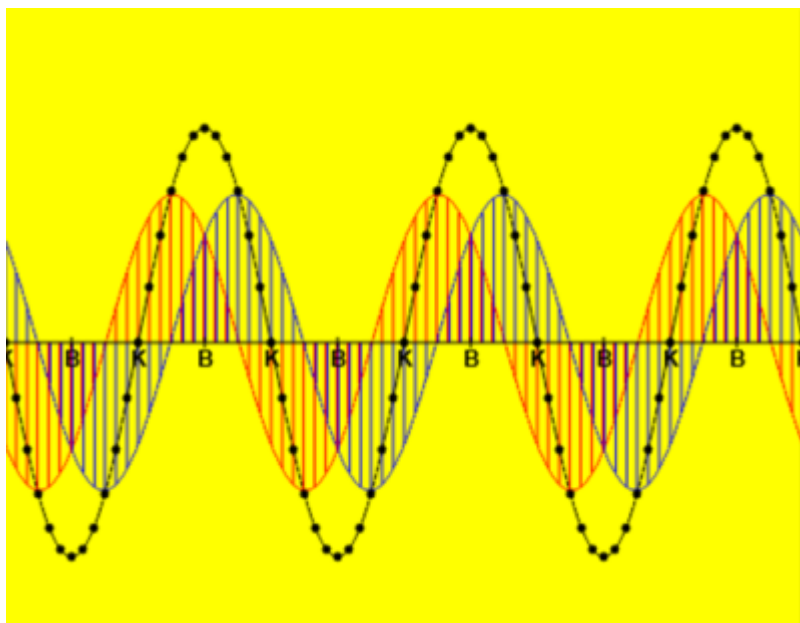
Wir wollen mit unserem Levitator in erster Linie Interesse für Schall und seine vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten sowie durch das gewählte Beispiel der akustischen Levitation die Neugier an diesem Phänomen wecken. Durch die Interaktion mit dem Gerät hoffen wir, auch Menschen zu erreichen und zu begeistern, die bisher wenig Kontakt mit Physik hatten und Wissenschaft sonst vielleicht nur als abstrakt und fern des alltäglichen Lebens wahrnehmen. Außerdem möchten wir den Blick erweitern für Forschungsfelder und Themen, die im Schulunterricht eher stiefmütterlich behandelt werden.

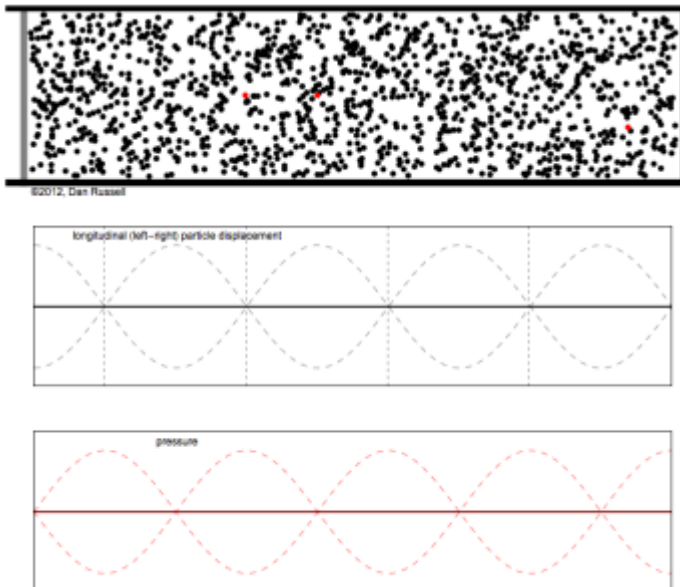
[signal-2023-04-21-203708_002.mp4](#)

Theoretischer Hintergrund

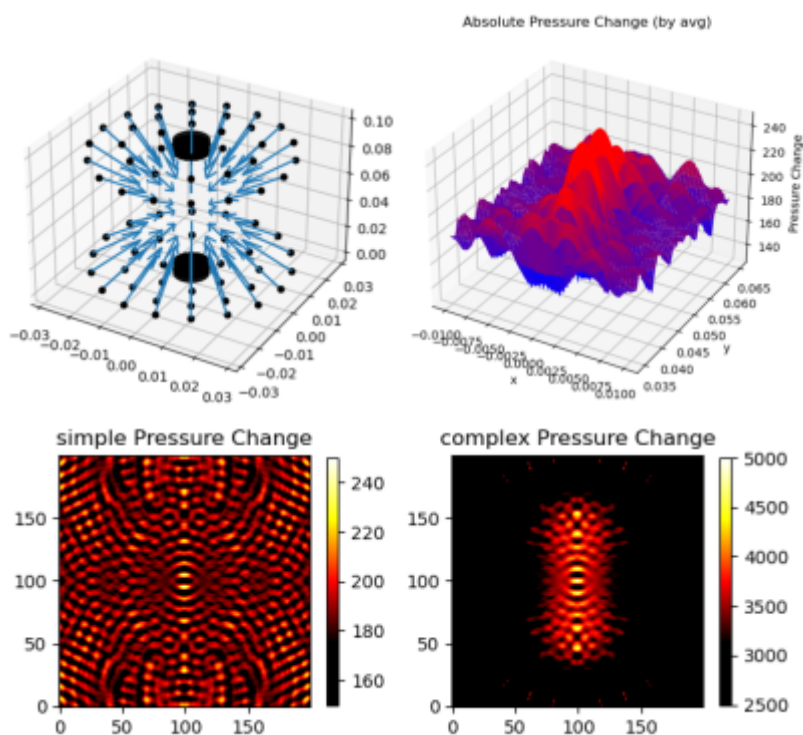
(Ultra-)Schall breitet sich von einer Schallquelle aus als Longitudinal- oder auch Längswelle fort. Das bedeutet, dass Luftteilchen parallel zur Ausbreitungsrichtung des Schalls um ihre Position im Raum schwingen und sich gegenseitig anstoßen. Somit werden abwechselnd Areale mit Verdichtungen (also viele Teilchen auf engstem Raum) und Verdünnungen (also wenig Teilchen auf viel Raum) in der Luft erzeugt – der Luftdruck variiert zwischen den Arealen.

Treffen mehrere Schallwellen aufeinander, überlagern sich diese gegenseitig und es kommt zu Interferenzerscheinungen wie Verstärkung oder Auslöschung. Ein Sonderfall der Interferenz stellen die sogenannten „stehenden Wellen“ dar. Diese entstehen, wenn sich überlagernde Wellen dieselbe Frequenz, Amplitude und Phase aufweisen. Dann bilden sich als Ergebnis der sich überlagernden Wellen Wellenbäuche und Knotenpunkte aus, wobei der Luftdruck in den Knotenpunkten konstant bleibt, während er sich an den Wellenbäuchen periodisch ändert. Zwischen Wellenbauch und Knotenpunkt entsteht also ein (Luft-)Druckgradient.





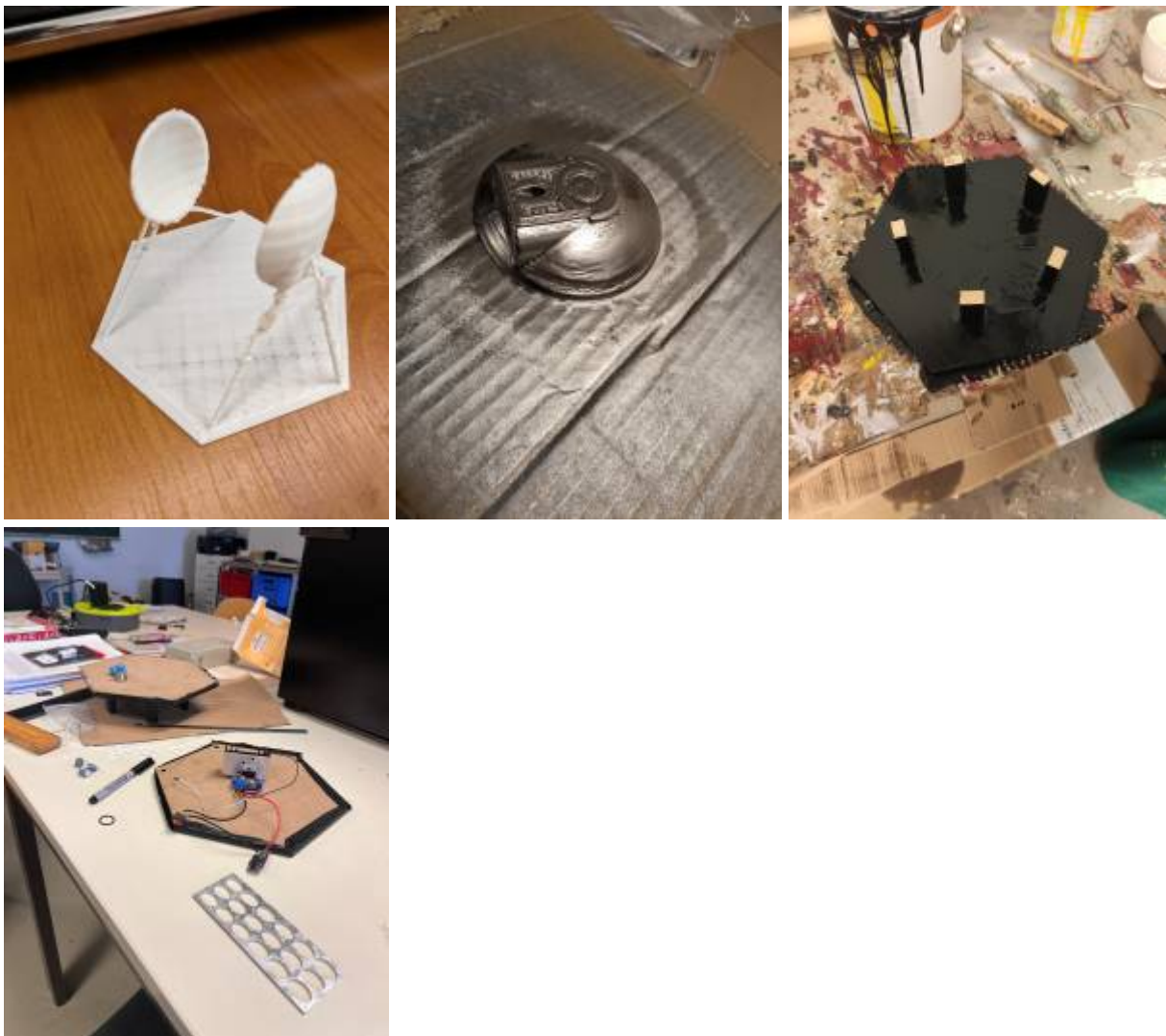
Dieser Druckgradient wiederum erzeugt eine Kraftwirkung, welche immer von Arealen hoher Druckänderung (Wellenbauch) zu Arealen geringerer Druckänderung (Knotenpunkt) verläuft und auf Objekte im akustischen Feld - auch entgegen der Schwerkraft - einwirkt. Die Knotenpunkte bilden damit sogenannte „akustische Fallen“, aus denen sich die Objekte nur durch Zuführung von Energie wieder „befreien“ können.



Bauanleitung

Wir haben den Prototypen einer Gruppe aus dem Sommersemester 2020 als Basis genutzt ([akustischer_levitator](#)). Da die akustische Levitation nicht einwandfrei funktionierte, mussten wir uns auf Fehlersuche begeben und die kaputte Elektronik austauschen. Im selben Zuge programmierten wir einen Arduino entsprechend unserer Vorstellungen um Befehle wie Phasenverschiebung (für die

Bewegung der Styroporkügelchen im akustischen Feld). Um das Modell der vorherigen Gruppe noch ansprechender und interaktiver zu gestalten, sägten wir die ursprünglichen Stützstrukturen ab, erstellten und druckten mittels 3D-Druck neue Schalen, besprühten diese mit Chrom-Lack und bauten eine neue Halterung für den Levitator. Für die Halterung sägten wir einerseits Metallrohre zu Säulen zurecht, die unsere Schalen halten und in denen wir die Kabel von den Lautsprechern zur restlichen Elektronik innerhalb eines Holzgehäuses leiten konnten. Desweiteren bauten wir ein Holzgehäuse aus 2 hexagonalen Platten, die wir gegenüber anordneten, jeweils an den Außenseiten folierten, unsere Technik an den (vorher schwarz bemalten) Innenseiten anbrachten und diese dann mittels extra zugeschnittener und angeschraubter Holzsäulen stabilisierten. Als Abstandshalter und weitere Unterstützung überlegten wir uns rechteckige Holzplatten, die wir in Gitteroptik mittels Lasercut zuschnitten, mit Chrom-Lack besprühten (um unserem Modell eine futuristische und edle Optik zu verleihen) und auf die untere Holzplatte klebten. Außerdem sägten wir aus der oberen Holzplatte weitere Teile heraus, um dort zwei Knöpfe anzubringen, mit denen das Publikum die Styroporkügelchen im akustischen Feld nach links oder rechts bewegen konnte.



Probleme, Erkenntnisse und Verbesserungsvorschläge

Da wir ursprünglich einen anderen Zeitplan im Kopf hatten, der eine Präsentation erst im kommenden Semester vorsah, konnten wir einige unserer Ideen für das Modell letztendlich nicht mehr umsetzen - diese könnten aber zukünftig verbessert werden:

- einen dritten Knopf hinzufügen, mit dem die Objekte im akustischen Feld zurück zur Ursprungsposition gebracht werden
- die Bewegung der Objekte im akustischen Feld begrenzen, sodass diese nicht zu den instabilen Rändern gelangen
- die Eigenrotation der Objekte im akustischen Feld begrenzen
- das Modell größer und damit weniger leicht zu übersehen gestalten
- das Modell stabiler gestalten, also z.B. die bisher geklebten Teile fest anbringen und kleine Schönheitsdetails ausbessern

Quellen

- <https://www.leifiphysik.de/mechanik/mechanische-wellen/grundwissen/wellentypen>
- <https://www.leifiphysik.de/akustik/akustische-phaenomene/grundwissen/stehende-wellen-und-eigenschwingungen>
- <https://www.leifiphysik.de/akustik/akustische-phaenomene/ausblick/ultraschall>
- https://www.walter-fendt.de/html5/phde/standingwavereflection_de.htm
- <https://github.com/ChristophBarth/TinyLev-Sim/blob/main/notebooks/TinyLev-Simulation-Static.ipynb>
- https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-32-9065-5_1
- <https://www.uni-bayreuth.de/pressemitteilung/Akustische-Levitation>

From:

<http://www.labprepare.tu-berlin.de/wiki/> - **Project Sci.Com Wiki**

Permanent link:

http://www.labprepare.tu-berlin.de/wiki/doku.php?id=acoustic_levitator&rev=1684267922

Last update: **2023/05/16 22:12**

