Akustisk levitation: experiment

Kommer dina elever att tro att frigolitbiten verkligen svävar i luften, eller kommer de tro att det är ett trick?

Ljud sprids genom luften som tryck-vågor. När en högtalare eller ultraljudssändare vibrerar skapas områden med högre och lägre lufttryck som rör sig genom luften. Om två ljudvågor med samma frekvens riktas mot varandra kan de bilda en stående våg. I en sådan våg finns fasta punkter där trycket inte förändras, så kallade noder. I detta experiment används ultraljud, det vill säga ljud med så hög frekvens att människor inte kan höra det. När två ultraljudssändare skapar en stående våg kan mycket lätta föremål, till exempel små bitar av frigolit, fångas i noderna och sväva fritt i luften. Fenomenet kallas akustisk levitation och visar hur ljudvågor kan påverka materia med hjälp av tryckkrafter.

DU BEHÖVER

- 1 st micro:bit
- 2 st ultraljudssändare (40 kHz)
- 1 st L293D H-brygga (motordrivare)
- 1 st 74HC04N-inverterare
- Kopplingstrådar (hane–hane)
- Laboratoriesladdar med krokodilklämmor

Allt ovan (utom micro:bit) ingår i art.nr. 99360

Valfritt

- Material för att bygga ett stativ, till exempel trä, kartong, byggklossar och ev. limpistol

BYGG KRETSEN ENLIGT KOPPLINGSSCHEMAT I FIGUR 1.

Placera H-bryggan (L293D) över mittspåret på kopplingsdäcket så att den halvcirkelformade markeringen pekar uppåt.

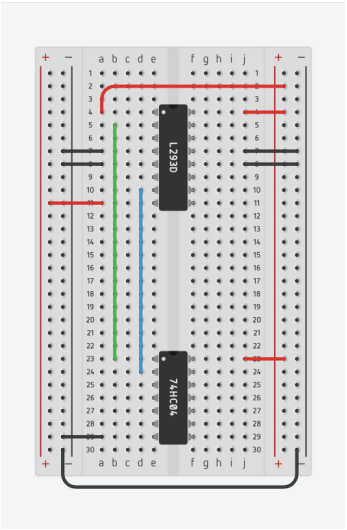
Gör följande kopplingar:

- Ben 1 och 16 → pluspolen (höger sida i denna handledning)
- Ben 4, 5, 12 och 13 → jord (GND)
- Koppla de två jordsidorna med varandra
- Ben 8 → extern spänningskälla + (vänster sida i denna handledning)

Inverteraren 74HC04N placeras över mittspåret på kopplingsdäcket med markeringen uppåt.

Gör följande kopplingar:

- Ben 7 → jord (GND)
- Ben 14 → pluspolen (höger sida i denna handledning)
- Koppla H-bryggans ben 2 till inverterarens ben 1 (den gröna ledningen i figur 1).
- Koppla H-bryggans ben 7 till inverterarens ben 2 (den blåa ledningen i figur 1). Denna koppling kommer att öka spänningen över ultraljudssändarna och gör den stående vågen starkare, vilket kan göra det lättare att få frigolitbiten att sväva.



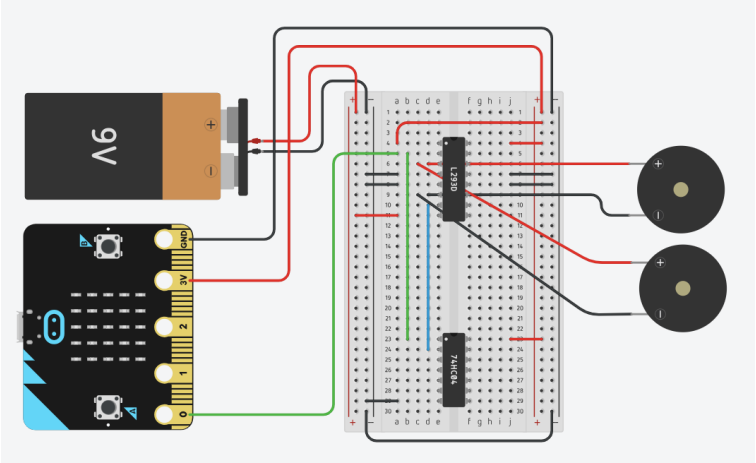
Figur 1

KOMPLETTERA ENLIGT FIGUR 2

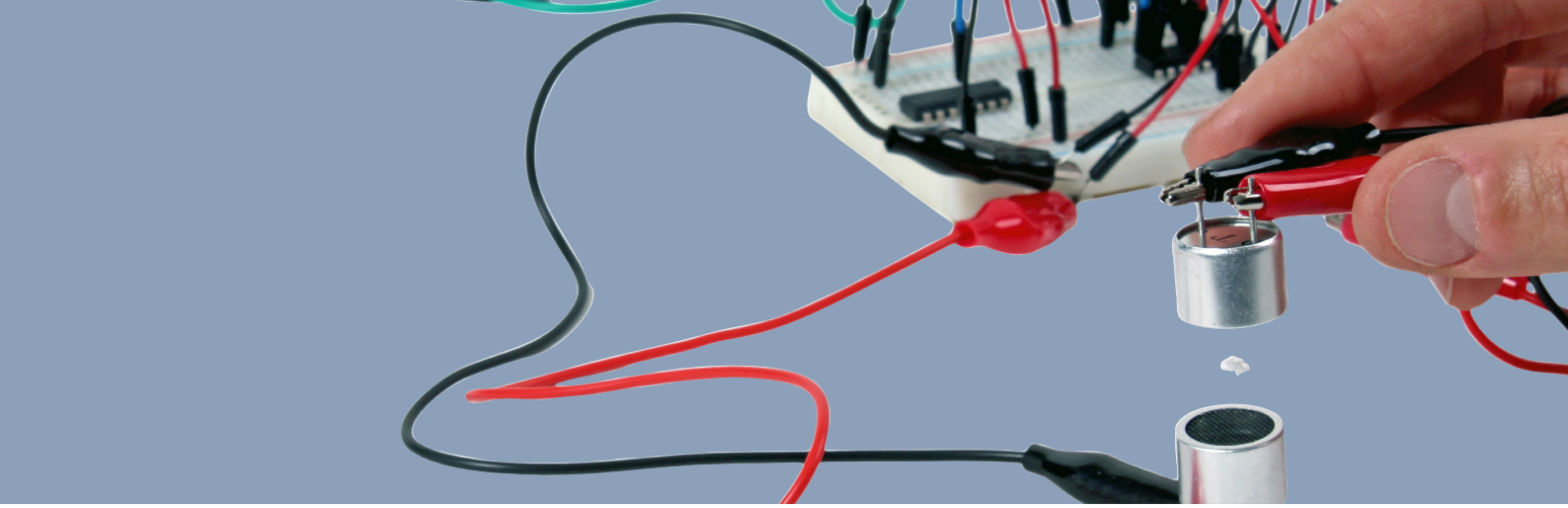
Anslut de två ultraljudssändarna med hjälp av krokodilklämmor och kopplingstrådar.

Ena anslutningen på vardera sändaren kopplas till ben 3 på H-bryggan.

Den andra anslutningen på vardera sändaren kopplas till ben 6 på H-bryggan.



Figur 2



Micro:bit signalutgång (i denna handledning PIN 0) → H-bryggans ben 2
Micro:bits jord (GND) → Kopplingsdäckens jord
Micro:bits 3V → Kopplingsdäckens pluspol
Ladda in programmet för akustisk levitation i din micro:bit, se figur 3.
Sätt perioden till 25 µs och duty cycle till 50 % genom att ange värdet 511, vilket är ungefär hälften av 1 023. Programmet genererar då en signal på cirka 40 kHz, vilket får ultraljudssändarna att sända ut ultraljud.
Eftersom människor inte kan höra ultraljud finns det ingen tydlig indikation på att sändarna är aktiva.



Figur 3

Anslut en extern spänningskälla till kopplingsdäcket. Du kan börja med ett 9V-batteri.
Viktigt: Alla jordanslutningar (GND) måste vara sammankopplade. Däremot får du inte koppla ihop 3V-ledningen med den externa matningsspänningen (t.ex. 9 V), eftersom det kan skada elektroniken.

TESTA LEVITATIONEN

1. Placera den ena ultraljudssändaren några centimeter ovanför den andra.
2. Klipp eller bryt loss en mycket liten bit frigolit.
3. Använd en pincett och placera försiktigt frigolitbiten mellan sändarna.

Om allt fungerar som det ska kommer frigolitbiten att fångas i den stående ultraljudsvågen och börja sväva.
Det kan krävas flera försök innan det lyckas. Undvik att klämma för hårt med pincetten eftersom frigoliten då lätt fastnar.

OM DET INTE FUNGERAR

Om frigolitbiten inte vill sväva kan du prova följande:

- justera avståndet mellan sändarna
- använda mindre frigolitbitar
- höja matningsspänningen, till exempel från 9 V till 12 V
- kontrollera att alla kopplingar är rätt anslutna.

FORTSÄTT UTFORSKA

När du har lyckats få en frigolitbit att sväva kan du prova att placera fler bitar mellan sändarna.
Hur många frigolitbitar kan sväva samtidigt? Hamnar de på samma höjd eller på olika höjder?
Vad händer om du ändrar avståndet mellan sändarna?

TIPS FÖR VIDARE UNDERSÖKNINGAR

För att göra experimentet stabilare kan du bygga ett stativ som håller ultraljudssändarna på plats. Testa olika material, till exempel kartong, trä eller byggklossar.
Med en spruta med nål kan du försiktigt placera mycket små vattendroppar mellan sändarna. Kan du få även dem att sväva?
Två sändare är inte det enda sättet att skapa en stående våg. Prova att använda endast en ultraljudssändare och låt ljud-vågorna reflekteras mot en yta. Du kan till exempel placera en slät plastskiva några centimeter ovanför sändaren eller rikta sändaren mot en plan bordsyta och använda den reflekterade vågen.
Ljudets hastighet, frekvens och våglängd hänger ihop enligt sambandet: $v = f \cdot \lambda$ där v är ljudets hastighet, f är frekvensen och λ (lambda) är våglängden. Ta reda på hur avståndet mellan noderna i en stående våg hänger ihop med våglängden.