**I kender alle dette hverdagsfænomen: Når man puster i en flaske, kan man få en tone frem. Dette fænomen skal vi undersøge nærmere.**

**OPGAVE 1**

Et billede, der indeholder skitse, tegning, Børnekunst, tegneserie

Automatisk genereret beskrivelse

Materiale: 2 reagensglas

Tag 2 reagensglas og fyld forskellig mængde vand i.

1. Lav en hypotese om, hvilket reagensglas, der giver den dybeste og den lyseste tone, husk at begrunde jeres hypotese.

**HYPOTESE:**

1. Nu skal I afprøve jeres hypotese. Kunne I bekræfte jeres hypotese?

Reagensglassene fungerer som en slags fløjte, hvor det er luftsøjlen i glassene, der svinger. Det kan vi ikke se, kun høre. På samme måde som på strengen, sætter I en masse trykbølger afsted i luftsøjlen, når I puster, og på grund af interferens mellem den indkomne bølger og de reflekterede bølger på overfladen af vandet, så opstår der stående bølger i luftsøjlen.

**Dataopsamling med mikrofon og dataanalyse i LoggerPro**

Tilslut en LabQuest mini og en mikrofon til jeres computer.

LoggerPro optager nu lydtrykket som funktion af tiden. Husk at indstille den tid, du vil optage lyden i. Vælg fx 1 sek.

En lydbølge er sammensat af en grundtone samt en række overtoner (*ved superpositions princippet*). LoggerPro har et værktøj, der kan adskille lydbølgerne i den lyd, man optager, så man nemt kan aflæse frekvenserne for grundtonen og overtonerne. Dette værktøj kaldes kaldes en Fast Fourier Transform analyse (FFT). Tryk på menupunkt: Indsæt->Flere grafer->FFT-graf.

Et billede, der indeholder tekst, linje/række, nummer/tal, Font/skrifttype

Automatisk genereret beskrivelse

Man får hermed et såkaldt *frekvensspektrum*, dvs. en graf, hvor man har opsplittet lyden i de frekvenser, der indgår i den samt amplituden af dem. Netop for grundtonen og overtonerne kan man se nogle klare toppe i grafen. Det er dem, vi skal aflæse frekvenserne for.

Herunder ses et lydspektrum for en fløjte. Graf A viser lydbølgen, vi optager med mikrofonen, som funktion af tiden. Graf B viser frekvensspektret, hvor man nu kan aflæse frekvensen af de lydbølger, som lyden fra fløjten var sammensat af. Herunder ses tre tydelige frekvenstoppe. Grundtonens frekvens er den laveste frekvens.

Et billede, der indeholder tekst, skærmbillede, Font/skrifttype, nummer/tal

Automatisk genereret beskrivelse

**OPGAVE 2**

**Formål:** Måle partialtonerne i en luftsøjle i et reagensglas.

**Metode:** Optag et lydspektrum fra reagensglasset (se *Dataopsamling med mikrofon og dataanalyse i LoggerPro* på forrige side) og analysér lyden i LoggerPro.

**Resultat:** Indsæt et skærmklip af dit frekvensspektrum herunder.

Udfyld følgende måleskema med frekvensen af partialtonerne.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Partialtone** | **n** | **Frekvens (Hz)** |
| Grundtonen  1. partialtone | 1 |  |
| Første overtone  2. partialtone | 2 |  |
| Anden overtone  3. partialtone | 3 |  |
| Tredje overtone  4. partialtone | 4 |  |
| Fjerde overtone  5. partialtone | 5 |  |

**OPGAVE 3**

**Formål:** Finde en sammenhæng mellem grundtonens frekvens, , og frekvensen af de andre partialtoners frekvens.

**Metode:** Benyt tabellen ovenfor.

**Resultat:** Skriv den sammenhæng, I fandt, herunder

**OPGAVE 4**

**Formål:** Beregn partialtonernes bølgelængder, , , …

**Metode:** Måltemperaturen i lokalet, , og mål også længden af luftsøjlen i dit måleglas fra OPGAVE 2.

Benyt bølgeformlen, ., til at beregne bølgelængden svarende til hver af de målte frekvenser i tabellen ovenfor i OPGAVE 2.

Udnyt at lydhastigheden er givet ved,

hvor er temperaturen målt i grader Celsius.

**Resultat:** Indskriv dine beregnede bølgelængder sammen med frekvenserne i tabellen herunder

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Partialtone** | **n** | **L (m)** | **Frekvens (Hz)** | **Bølgelængde (m)** |
| Grundtonen  1. partialtone | 1 |  |  |  |
| Første overtone  2. partialtone | 2 |  |  |  |
| Anden overtone  3. partialtone | 3 |  |  |  |
| Tredje overtone  4. partialtone | 4 |  |  |  |
| Fjerde overtone  5. partialtone | 5 |  |  |  |

**Diskussion:** Kan du finde en matematisk sammenhæng mellem længden af luftsøjlen i dit reagensglas og bølgelængderne for partialtonerne?

Et billede, der indeholder tekst, tegneserie, tegning, Børnekunst

Automatisk genereret beskrivelse

**OPGAVE 5**

I skulle gerne have vist, at grundtonens bølgelængde, , er 4 gange så stor som længden af luftsøjlen, L. Den længste bølgelængde, der er plads til i luftsøjlen, er altså en kvart bølge. Se illustrationen til højre

For grundtonen i vores reagensglas gælder dermed følgende

Det kan vi forstå ud fra figuren ud til højre. Forklar dette herunder:

**OPGAVE 6**

Indtegn de stående bølger i det halvåbne rør, nu hvor vi nu ved, at der skal være knude i den ene ende og bug i den anden ende af vores svingende luftsøjle

1. Et billede, der indeholder linje/række, Rektangel, skærmbillede, Parallel

   Automatisk genereret beskrivelse**Tegn første partialtone (grundtonen)**

Opskriv sammenhængen mellem længden af resonansrøret, L, og

1. **Tegn anden partialtone**

Et billede, der indeholder linje/række, kvadratisk, Rektangel, nummer/tal

Automatisk genereret beskrivelseOpskriv sammenhængen mellem længden af resonansrøret, L, og

1. **Tegn tredje partialtone**

Et billede, der indeholder linje/række, nummer/tal, kvadratisk, tekst

Automatisk genereret beskrivelseOpskriv sammenhængen mellem længden af resonansrøret, L, og

Tjek nu om sammenhængen mellem partialtonernes frekvens og længden af luftsøjlen passer med det, du fandt i OPGAVE 4 for reagensglasset.