

Visualización de ondas sonoras mediante un espello sobre membrana vibrante

1. Obxectivo da actividade

Visualizar os efectos das vibracións producidas polo son mediante a desviación dun feixe láser reflectido sobre unha membrana flexible (como un globo) á que se lle pega un espello lixeiro. Este experimento permite observar, en tempo real, como as ondas sonoras afectan a unha superficie vibrante, xerando patróns de luz dinámicos sobre unha parede distante.

2. Descrición xeral do experimento

Un altofalante colocado baixo un tubo ou recipiente (como un bol) emitirá son. Na parte superior tense unha membrana (globo estirado, papel film ou outro material), e sobre esta colócase un espello pequeno e lixeiro (ou unha tira reflectante). Ao incidir cun punteiro láser sobre o espello, este reflicte o feixe nunha parede distante.

As vibracións producidas polo son fan oscilar a membrana, o que move o espello, facendo que o reflexo do láser na parede se mova ou debuxa figuras. Estas formas varían segundo a frecuencia do son, o volume, a tensión da membrana, e as dimensións do recipiente ou tubo.

3. Montaxe: materiais e variantes

Materiais suxeridos

- Punteiro láser (vermello, verde ou calquera dispoñible).
- Altofalante (ou móbil con música).
- Recipiente ou tubo: bol de plástico, vaso, botella cortada, tubo de PVC, etc.
- Membrana: globo estirado, film de cociña, luva de nitrilo cortada.
- Pequeno espello ou adhesivo reflectante (ata pode funcionar papel de aluminio ben teso).
- Fonte de son: xerador de frecuencias (app no móbil ou vídeo con tons puros).
- Superficie branca ou parede onde proxectar o feixe.

Montaxe

1. Colocar o altofalante dentro dun recipiente ou na base dun tubo.
2. Tensar ben a membrana na parte superior (sen pregas). Debe estar o máis lisa posible.
3. Pegar no centro da membrana un fragmento de espello pequeno, lixeiro e plano.
4. Colocar o punteiro láser para que incida sobre o espello. Asegurarse de que reflicte claramente na parede.

5. Emitir sons de diferentes frecuencias e observar os patróns que se forman.

4. Fundamentos físicos do experimento

1. Vibracións e ondas sonoras

O son é unha onda mecánica que se propaga mediante a vibración das partículas dun medio. Ao incidir sobre a membrana, o aire en vibración transmite esa enerxía á membrana, que vibra coas mesmas frecuencias.

2. Reflexión do láser

O feixe do punteiro láser incide sobre un espello nunha superficie vibrante. Como o espello se move continuamente, tamén cambia o ángulo de reflexión, facendo que o punto de luz proxectado na parede tamén se mova. Este movemento visualiza indirectamente a vibración sonora.

3. Frecuencia e patróns

As frecuencias máis altas xeran vibracións máis rápidas e patróns máis densos. As baixas dan lugar a movementos máis lentos e suaves. En certas frecuencias resoantes do sistema, a amplitude aumenta moito, producindo patróns ben definidos como elipses, figuras de oito, espirais ou formas caóticas.

5. Resonancia e patróns observables

A resonancia ocorre cando a frecuencia do son coincide cunha frecuencia natural do sistema (volume de aire + membrana). Nese momento, a amplitude da vibración increméntase, producindo formas claras e recoñecibles no reflexo.

- Patróns simples: notas puras (ex: 440 Hz) producen movementos regulares (líneas, elipses).
- Patróns dobres: dúas frecuencias á vez xeran figuras complexas (óvalos xirando, espirais).
- Son aleatorio (música): produce patróns caóticos, dinámicos e con moito movemento.

6. Factores que afectan á calidade do experimento

- **Tensión da membrana:** máis tensión → máis frecuencia resoante → patróns máis finos.
- **Tamaño do tubo/recipientes:** afecta á resposta acústica (frecuencias de resonancia).
- **Espello:** debe ser lixeiro, pequeno, ríxido e ben adherido.
- **Calidade do feixe láser:** canto máis estreito e brillante, mellor visibilidade.
- **Ambiente:** unha sala escura mellora moito a observación.

7. Observacións recomendadas

- Comezar con tons puros (aplicacións como "Tone Generator") e variar frecuencia lentamente.
- Observar como, ao reducir a frecuencia, aparecen picos de resonancia con maior amplitude.
- Explorar o efecto de diferentes tipos de música (ritmos constantes, voces, baixos).
- Probar distintas tensións da membrana ou tipos de membranas (latex, film, etc.).
- Observar patróns caóticos e cambios de forma ao mover lixeiramente o recipiente.

8. Variacións e extensións posibles

- Substituír o recipiente por un tubo longo para estudar resonancia acústica do aire.
- Usar dous altosfalantes con frecuencias lixeiramente diferentes e ver patróns de batido.
- Experimentar con espellos maiores ou con dous espellos á vez.
- Fotografar os patróns con exposición longa (trípode e cámara) para capturar a traxectoria.
- Empregar cámaras a diferentes velocidades para comparar percepción e rexistro.

9. Vídeos recomendados

Para comprender mellor o funcionamento do experimento e visualizar algúns dos efectos descritos, recoméndase ver os seguintes vídeos:

- Visualización de ondas sonoras con láser e membrana - Exemplo 1
- Visualización de vibracións con luz láser - Exemplo 2

10. Conclusión

Este experimento é unha maneira visual, directa e accesible de mostrar como o son pode facer vibrar obxectos físicos, e como esas vibracións poden ser observadas a través da desviación dun feixe láser. Permite introducir conceptos de acústica, resonancia, óptica e mesmo análise de sinais de forma creativa e atractiva.