

A hipérbole e os sons

Ademir Alves Ribeiro

2021

https://youtu.be/z4l_KuB9TPg



Ouvindo dois sons!

Ouvindo dois sons!

Em que momento você ouve cada som?

Duas fontes sonoras emitem sons em momentos diferentes.

P

F_1

F_2

Ouvindo dois sons!

Em que momento você ouve cada som?

Duas fontes sonoras emitem sons em momentos diferentes.

F_1

A red dot representing source F_1 with three curved lines above it representing sound waves.

F_2

A red dot representing source F_2 .

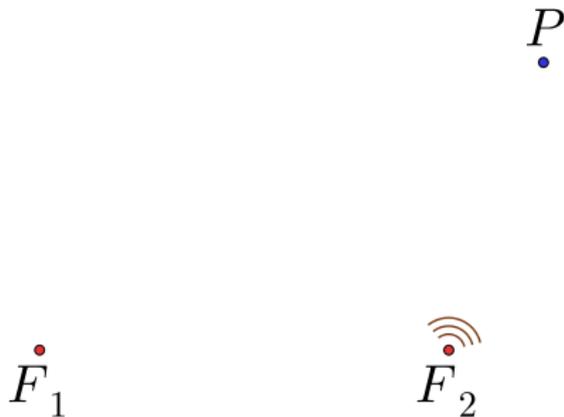
P

A red dot representing point P .

Ouvindo dois sons!

Em que momento você ouve cada som?

Duas fontes sonoras emitem sons em momentos diferentes.



Ouvindo dois sons!

Em que momento você ouve cada som?

Duas fontes sonoras emitem sons em momentos diferentes.
Qual som você ouve primeiro? O de F_1 ou o de F_2 ?

F_1

F_2

P

Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



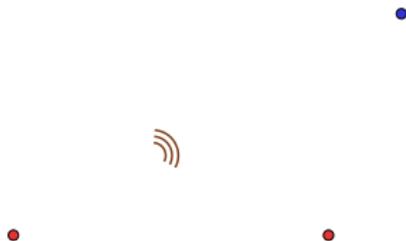
Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



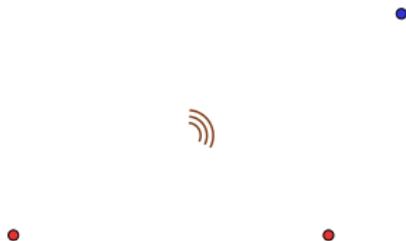
Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



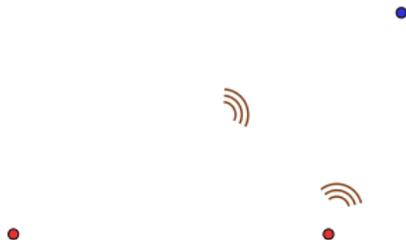
Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



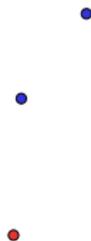
Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



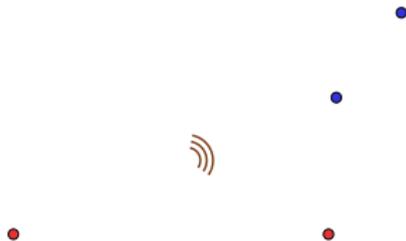
Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



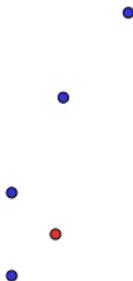
Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



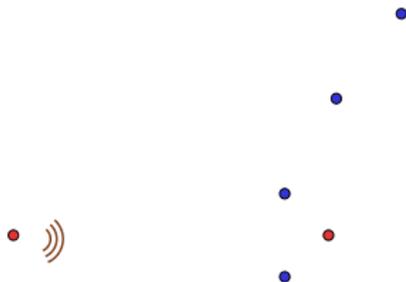
Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



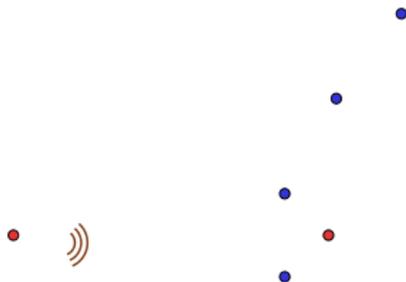
Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



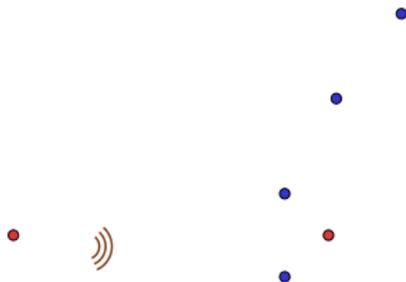
Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



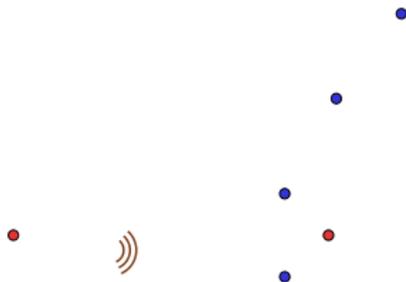
Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



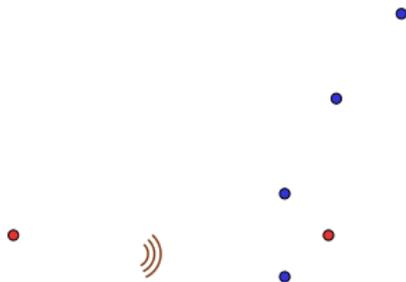
Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



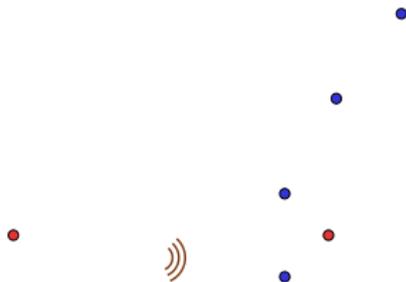
Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



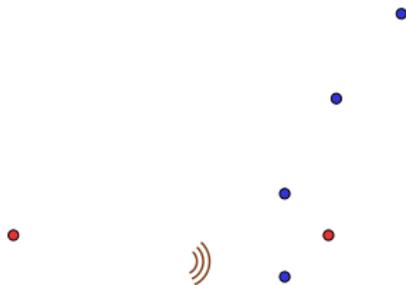
Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



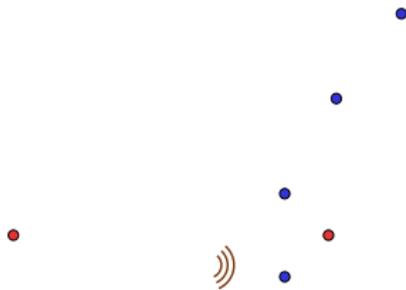
Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



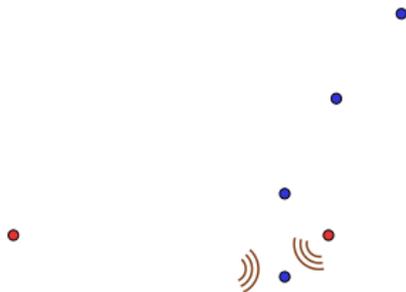
Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



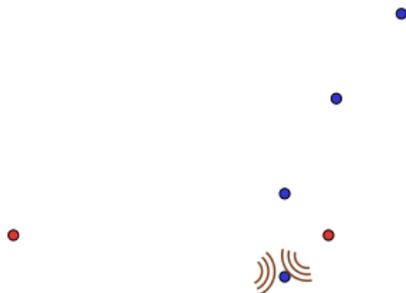
Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



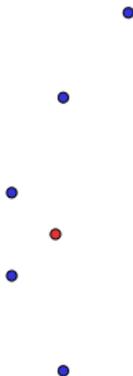
Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



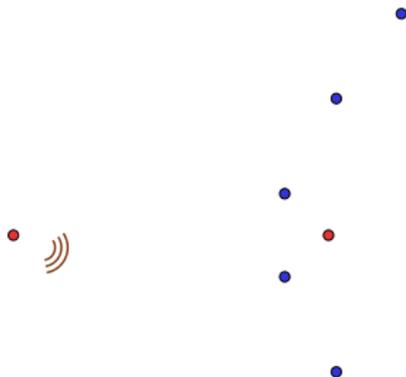
Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



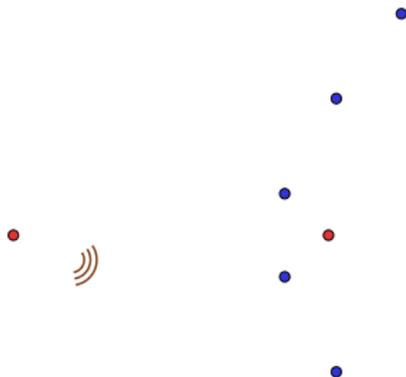
Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



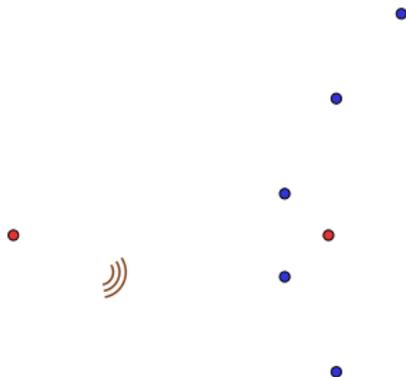
Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



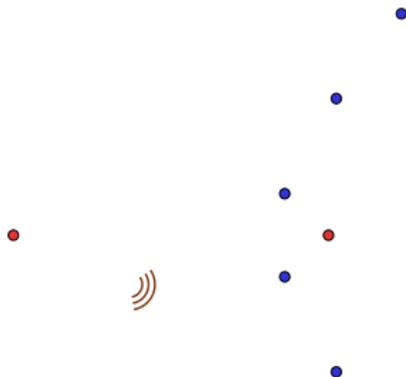
Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



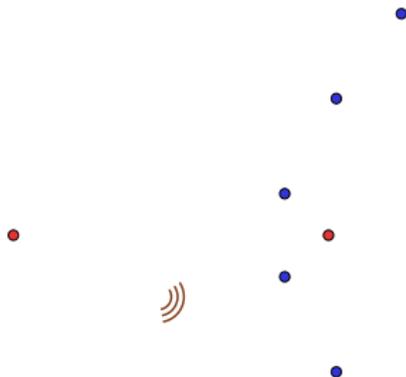
Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



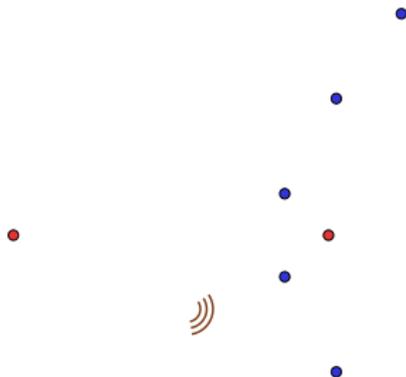
Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



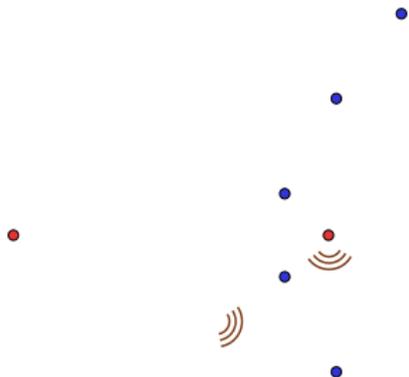
Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



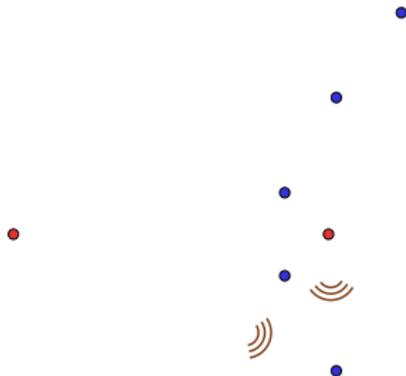
Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



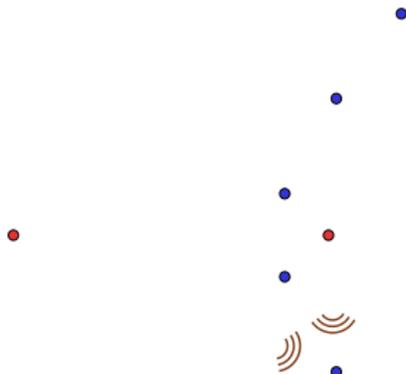
Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



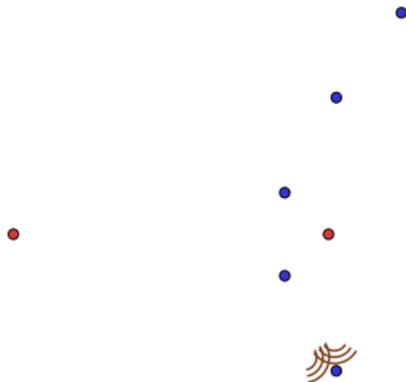
Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



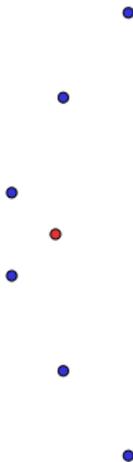
Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



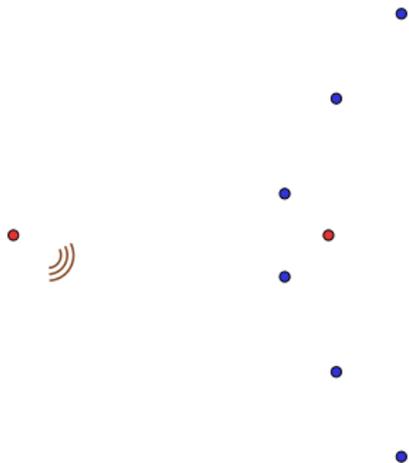
Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



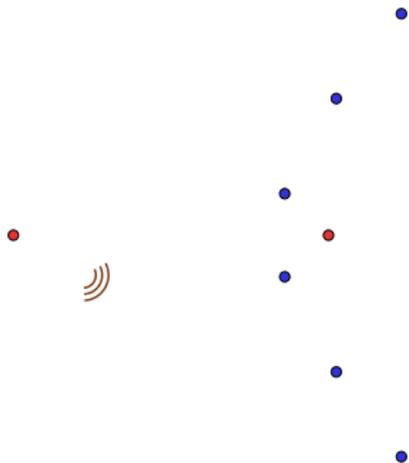
Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



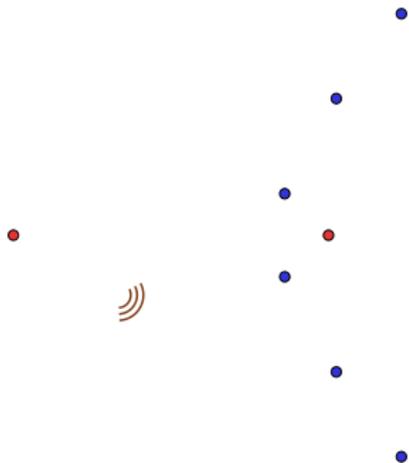
Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



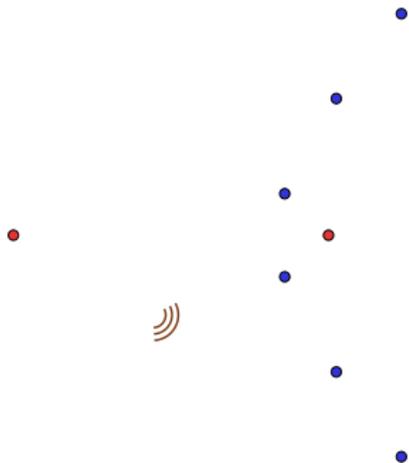
Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



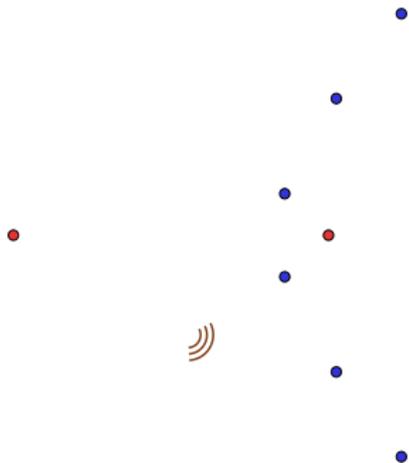
Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



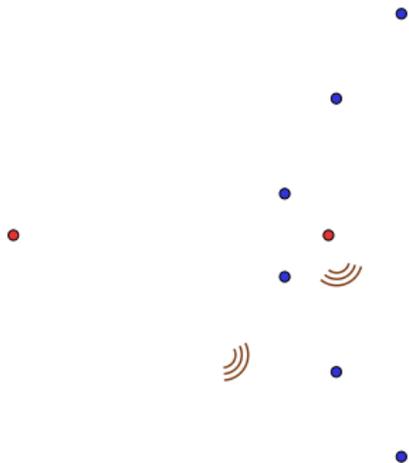
Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



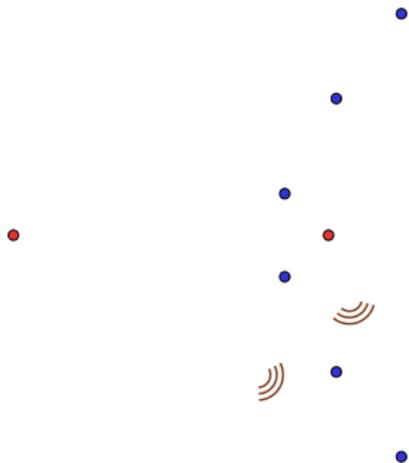
Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



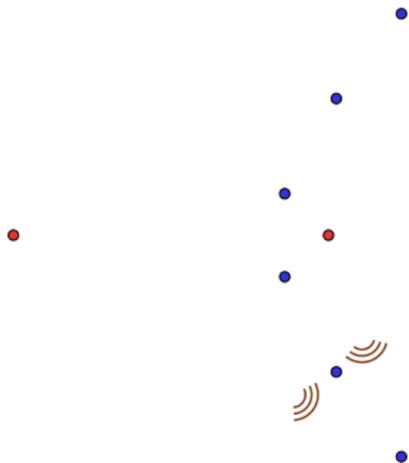
Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



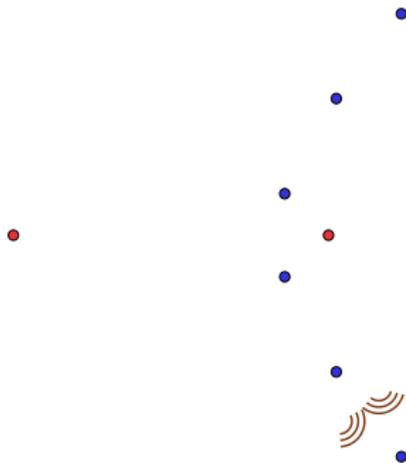
Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



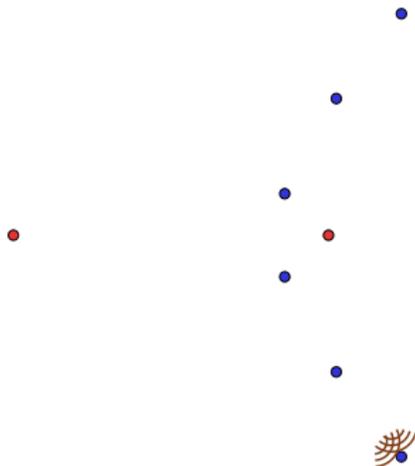
Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



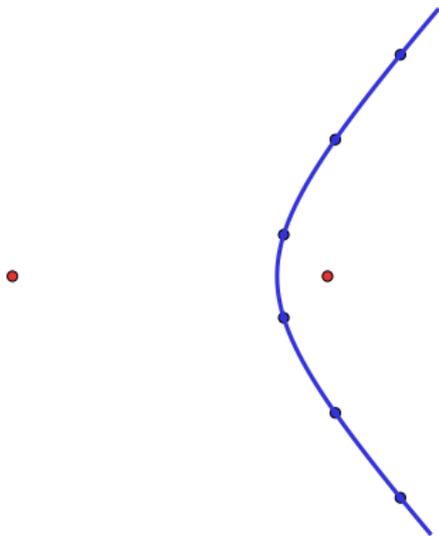
Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



Ouvindo os dois sons ao mesmo tempo!



P

F_1

F_2

- $v_s \approx 340 \text{ m/s}$: velocidade do som;

P

\dot{F}_1

\dot{F}_2

Formulação matemática

- $v_s \approx 340 \text{ m/s}$: velocidade do som;
- δ_t : intervalo de tempo entre os dois sons;

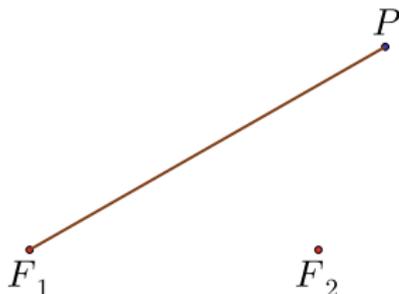
P
•

\dot{F}_1

\dot{F}_2

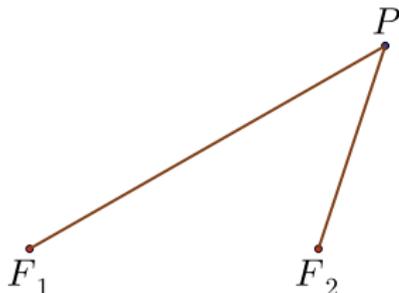
Formulação matemática

- $v_s \approx 340 \text{ m/s}$: velocidade do som;
- δ_t : intervalo de tempo entre os dois sons;
- t_{s1} : tempo que o primeiro som leva para chegar ao observador;



Formulação matemática

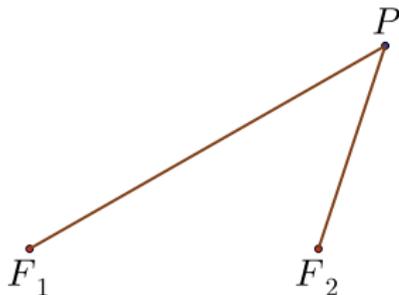
- $v_s \approx 340 \text{ m/s}$: velocidade do som;
- δ_t : intervalo de tempo entre os dois sons;
- t_{s_1} : tempo que o primeiro som leva para chegar ao observador;
- t_{s_2} : tempo que o segundo som leva para chegar ao observador;



Formulação matemática

- $v_s \approx 340 \text{ m/s}$: velocidade do som;
- δ_t : intervalo de tempo entre os dois sons;
- t_{s_1} : tempo que o primeiro som leva para chegar ao observador;
- t_{s_2} : tempo que o segundo som leva para chegar ao observador;

- $t_{s_1} = \delta_t + t_{s_2}$;

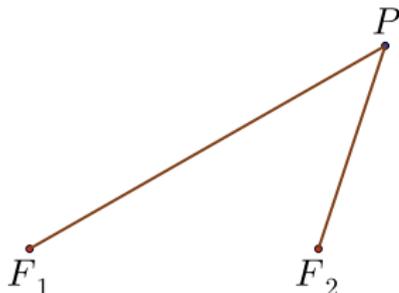


Formulação matemática

- $v_s \approx 340 \text{ m/s}$: velocidade do som;
- δ_t : intervalo de tempo entre os dois sons;
- t_{s1} : tempo que o primeiro som leva para chegar ao observador;
- t_{s2} : tempo que o segundo som leva para chegar ao observador;

- $t_{s1} = \delta_t + t_{s2}$;

- $t_{s1} = \frac{d(P, F_1)}{v_s}$;



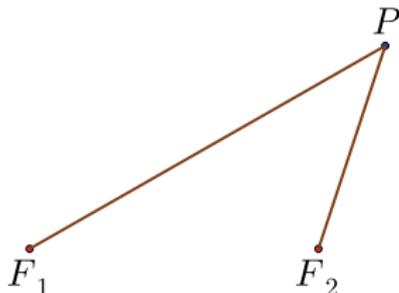
Formulação matemática

- $v_s \approx 340 \text{ m/s}$: velocidade do som;
- δ_t : intervalo de tempo entre os dois sons;
- t_{s1} : tempo que o primeiro som leva para chegar ao observador;
- t_{s2} : tempo que o segundo som leva para chegar ao observador;

- $t_{s1} = \delta_t + t_{s2}$;

- $t_{s1} = \frac{d(P, F_1)}{v_s}$;

- $t_{s2} = \frac{d(P, F_2)}{v_s}$;



Formulação matemática

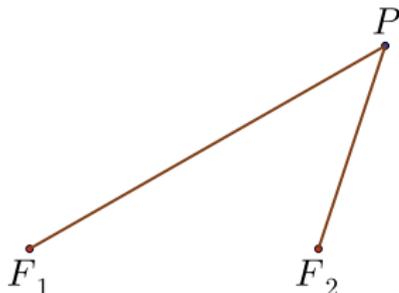
- $v_s \approx 340 \text{ m/s}$: velocidade do som;
- δ_t : intervalo de tempo entre os dois sons;
- t_{s1} : tempo que o primeiro som leva para chegar ao observador;
- t_{s2} : tempo que o segundo som leva para chegar ao observador;

- $t_{s1} = \delta_t + t_{s2}$;

- $t_{s1} = \frac{d(P, F_1)}{v_s}$;

- $t_{s2} = \frac{d(P, F_2)}{v_s}$;

- $d(P, F_1) - d(P, F_2) = \delta_t v_s$;



Formulação matemática

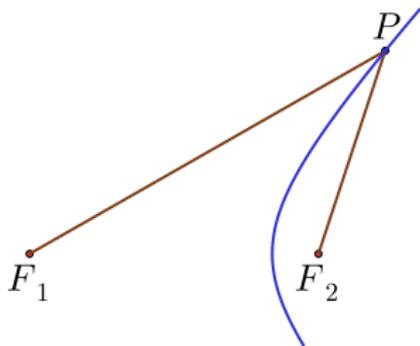
- $v_s \approx 340 \text{ m/s}$: velocidade do som;
- δ_t : intervalo de tempo entre os dois sons;
- t_{s1} : tempo que o primeiro som leva para chegar ao observador;
- t_{s2} : tempo que o segundo som leva para chegar ao observador;

- $t_{s1} = \delta_t + t_{s2}$;

- $t_{s1} = \frac{d(P, F_1)}{v_s}$;

- $t_{s2} = \frac{d(P, F_2)}{v_s}$;

- $d(P, F_1) - d(P, F_2) = \delta_t v_s$;



- Um dos ramos de uma hipérbole, com focos em F_1 e F_2 .