

Experiência 6: Ondas sonoras

Objetivo:

Usar vários métodos para determinar a velocidade de propagação de ondas sonoras. Estudar a reflexão de ultrassons e a sua velocidade de propagação.

Introdução

O som é uma onda, ou seja, uma perturbação que se propaga num meio. Se essa perturbação é periódica, pode ser caracterizada pela amplitude A e pela frequência f (ou o período T); estas grandezas são definidas pela fonte emissora da onda. Ao propagar-se, a perturbação periódica vai também definir um estado de vibração do meio que é periódico no espaço. A distância que separa dois pontos do meio no mesmo estado de vibração (medida sobre a direção em que se propaga) designa-se comprimento de onda. O comprimento de onda, λ , e a velocidade de propagação, v , são característicos do meio no qual a onda se propaga. No caso das ondas sonoras, a perturbação consiste numa compressão e descompressão do meio, e por isso necessita de um meio material para se propagar.

Ouvimos ondas sonoras porque a vibração do meio quando atinge uma membrana do nosso ouvido, o tímpano, a coloca a vibrar, dando origem a um estímulo do sistema nervoso. No entanto nem todas as frequências são detetadas pelo ouvido. O conjunto de ondas sonoras audíveis, que correspondem a frequências tipicamente entre 20 Hz e 20 kHz, designa-se por som. Ondas sonoras com frequências acima dos 20 kHz são designadas ultrassons e ondas sonoras com frequências abaixo dos 20 Hz são designadas infrassons. A velocidade de propagação de uma onda pode depender da frequência. Se num dado meio a velocidade de propagação é diferente para vibrações com frequências diferentes, o meio é classificado como dispersivo, no caso contrário é um meio não dispersivo. O ar, a água e muitos sólidos podem ser considerados meios não dispersivos para o som. A velocidade de propagação do som no ar é 340 m/s a pressão e temperatura normais, sendo na água cerca de 1460 m/s e nos sólidos um pouco maior.

Como uma onda corresponde a um meio extenso em vibração, isto é, a um fenómeno que ocorre no espaço e no tempo, podemos descrevê-la matematicamente como uma função $f(x,t)$ que depende do ponto do espaço e do instante de tempo.

No caso de uma onda harmónica simples, a vibração em cada ponto é sinusoidal, e a onda pode ser descrita por uma função sinusoidal.

$$f(x,t) = A \sin(\omega t - kx + \phi_0)$$

Onde ω é a frequência angular e k o vetor de onda, que se relacionam diretamente com o período e o comprimento de onda por $\omega = 2\pi / T$ e $k = 2\pi / \lambda$. O sinal negativo significa que



a onda atinge um ponto a uma distância x atrasada relativamente ao ponto de partida. Como $\lambda = vT$ é possível relacionar a frequência angular e o vetor de onda entre si por $\omega = vk$.

O comprimento de onda é o “período” espacial da onda, ou seja, a distância que separa dois pontos na mesma fase de vibração.