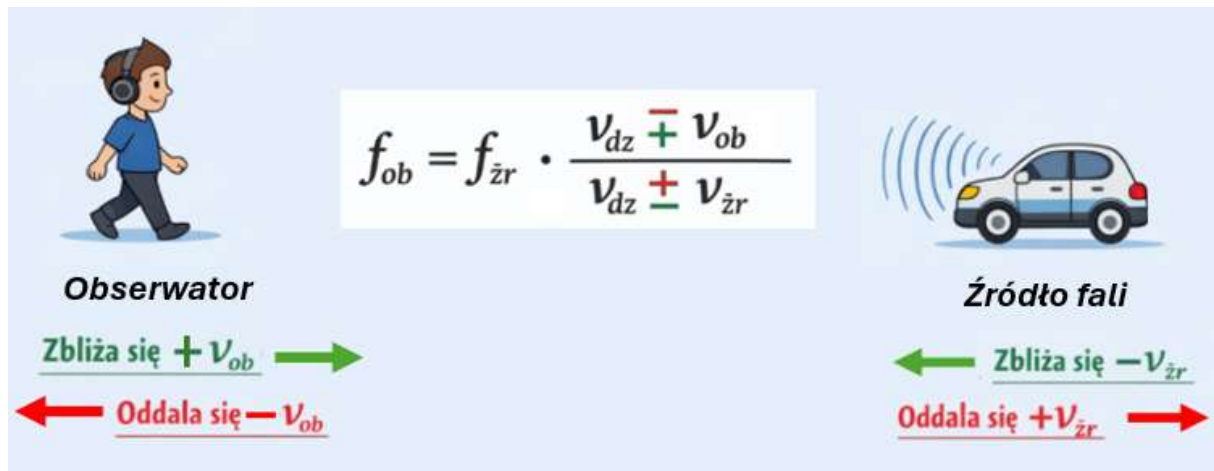


Efekt Dopplera



Przypadek	Wzór
Obserwator zbliża się, źródło nieruchome	$f_{ob} = f_{\dot{z}r} \frac{v_{dz} + v_{ob}}{v_{dz}}$
Obserwator oddala się, źródło nieruchome	$f_{ob} = f_{\dot{z}r} \frac{v_{dz} - v_{ob}}{v_{dz}}$
Źródło zbliża się, obserwator nieruchomy	$f_{ob} = f_{\dot{z}r} \frac{v_{dz}}{v_{dz} - v_{\dot{z}r}}$
Źródło oddala się, obserwator nieruchomy	$f_{ob} = f_{\dot{z}r} \frac{v_{dz}}{v_{dz} + v_{\dot{z}r}}$

Zadanie 1 – Obserwator zbliża się do nieruchomego źródła

Samochód emituje dźwięk o częstotliwości $f_{\dot{z}r} = 500$ Hz. Obserwator porusza się w jego kierunku z prędkością $v_{ob} = 10$ m/s. Prędkość dźwięku w powietrzu wynosi $v_{dz} = 340$ m/s. Oblicz częstotliwość dźwięku odbieraną przez obserwatora.

Rozwiązanie:

Źródło nieruchome $\rightarrow v_{\dot{z}r} = 0$

$$f_{ob} = f_{\dot{z}r} \cdot \frac{v_{dz} \mp v_{ob}}{v_{dz} \pm v_{\dot{z}r}}$$

Zbliżający się obserwator, impulsy mają do obserwatora krótszą drogę do przebycia, zatem docierają częściej, częstotliwość powinna być większa do 500 Hz $\rightarrow$ w liczniku znak minus $\rightarrow v_{dz} + v_{ob}$,

$$f_{ob} = 500 \cdot \frac{340 + 10}{340} = 500 \cdot \frac{350}{340} \approx 514,7$$

✅ **Odpowiedź:** $f_{ob} \approx 515 \text{ Hz}$

Zadanie 2 – Źródło zbliża się do nieruchomego obserwatora

Syrena karetki emituje dźwięk o częstotliwości $f_{\dot{z}r} = 600 \text{ Hz}$. Karetka porusza się w kierunku obserwatora z prędkością $v_{\dot{z}r} = 30 \text{ m/s}$. Obserwator stoi nieruchomo. Prędkość dźwięku w powietrzu: $v_{dz} = 340 \text{ m/s}$. Oblicz częstotliwość odbieraną przez obserwatora.

Rozwiązanie:

Obserwator nieruchomy $\rightarrow v_{ob} = 0$

Źródło zbliża się, impulsy do obserwatora docierają częściej, częstotliwość powinna być większa do 600 Hz $\rightarrow$ w mianowniku znak minus

$$f_{ob} = 600 \cdot \frac{340}{340 - 30} = 600 \cdot \frac{340}{310} \approx 658,1$$

✅ **Odpowiedź:** $f_{ob} \approx 658 \text{ Hz}$

Zadanie 3 – Obserwator i źródło oddalają się od siebie

Pociąg emituje dźwięk o częstotliwości $f_{\dot{z}r} = 440 \text{ Hz}$ (ton A). Pociąg porusza się z prędkością $v_{\dot{z}r} = 20 \text{ m/s}$, a obserwator oddala się od pociągu z prędkością $v_{ob} = 5 \text{ m/s}$. Prędkość dźwięku $v_{dz} = 340 \text{ m/s}$. Oblicz częstotliwość odbieraną przez obserwatora.

Rozwiązanie – uzasadnienie fizyczne:

1. Źródło oddala się od obserwatora
 - Impulsy emitowane przez pociąg „rozciągają się” w przestrzeni, więc obserwator odbiera je rzadziej $\rightarrow$ w mianowniku $+ v_{\dot{z}r}$.
2. Obserwator oddala się od źródła
 - Poruszając się w przeciwnym kierunku, odbiera fale jeszcze rzadziej $\rightarrow$ w liczniku $- v_{ob}$

Zatem stosujemy wzór:

$$f_{ob} = f_{\dot{z}r} \cdot \frac{v_{dz} - v_{ob}}{v_{dz} + v_{\dot{z}r}}$$

Podstawiamy liczby:

$$f_{ob} = 440 \cdot \frac{340 - 5}{340 + 20} = 440 \cdot \frac{335}{360} \approx 409,7$$

✅ Odpowiedź: $f_{ob} \approx 410$ Hz