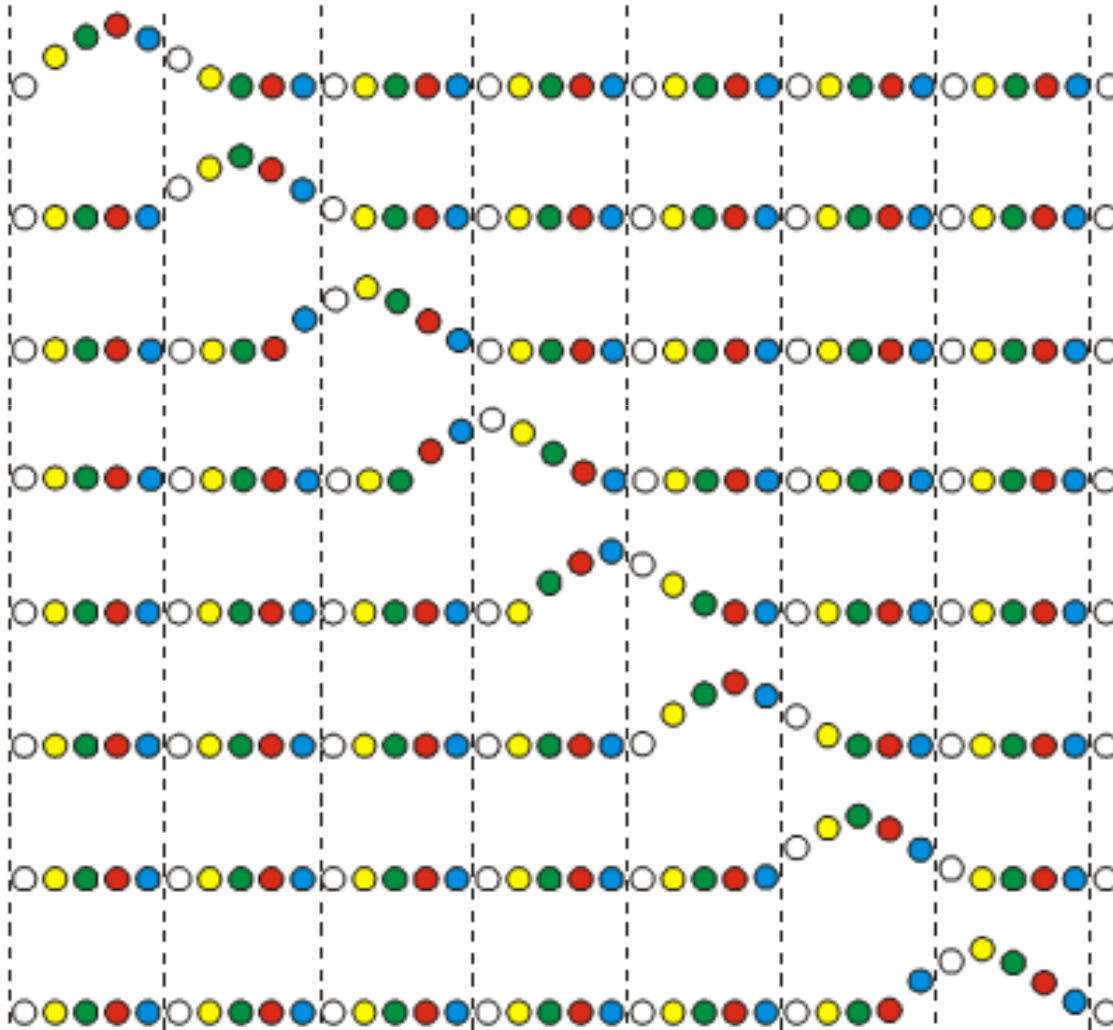


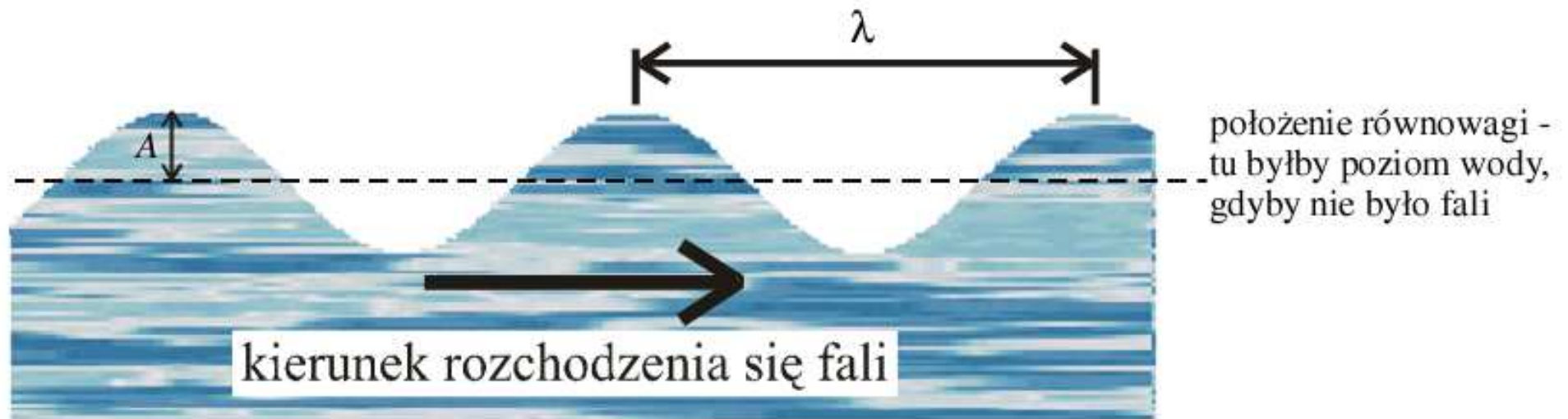
Fale w przyrodzie - dźwięk

Fala



- Fala porusza się do przodu. Co dzieje się z cząsteczkami ?
- Nie poruszają się razem z falą. Wykonują drganie i pozostają na swoich miejscach
- Ruch falowy nie powoduje transportu materii
- Powoduje zatem jakiś inny ruch ?
- Np. gdy położymy korek na wodzie. Co się stanie ?

- Dopóki fala nie dotrze do korka będzie on w bezruchu.
- Przechodząca fala powoduje drgania korka, uzyskuje on energię kinetyczną, którą przyniosła ze sobą fala i zaczyna się przemieszczać razem z falą

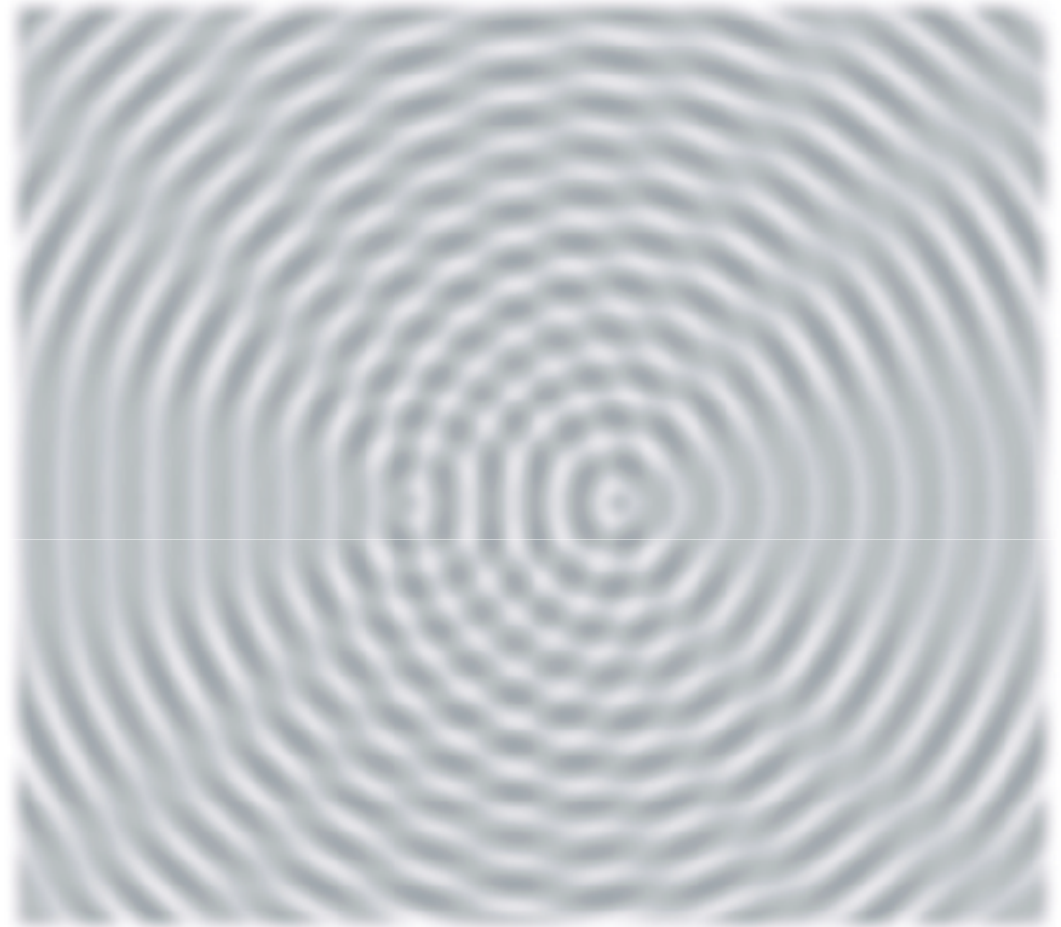


- A – amplituda fali – maksymalne wychylenie od poziomu 0
- T – okres fali – czas na wykonanie jednego pełnego drgania
- f – częstotliwość – liczba drgań fali wykonanych w ciągu jednostki czasu (np. 1 sek)
- Wynika z tego, że częstotliwość to odwrotność okresu. Mierzmy ją w hercach czyli odwrotnościach sekundy
- $f = 1 / T$
- Jeśli okres drgań wynosi 0,1 sek. to częstotliwość wynosi 10 Hz (czyli dziesięć drgań przypada na 1 sekundę)
- Każda fala porusza się z jakąś prędkością (V)

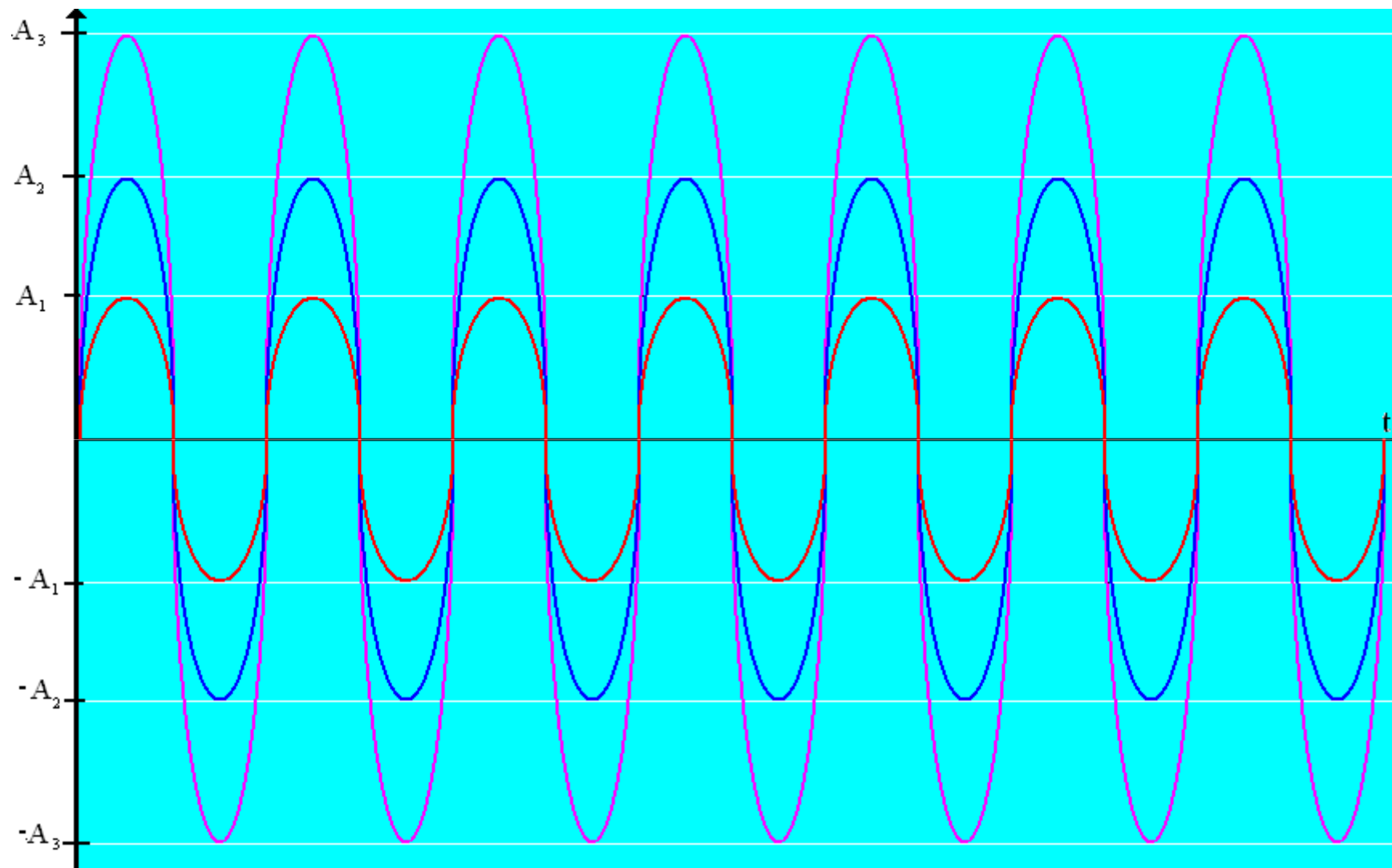
ośrodek	temperatura °C	prędkość m/s
tlen	0	317,2
powietrze	0	331,3
wodór	0	1268
woda	15	1450
ołów	20	1230
rtęć	20	1407
miedź	20	3560
aluminium	20	5100
żelazo	20	5130

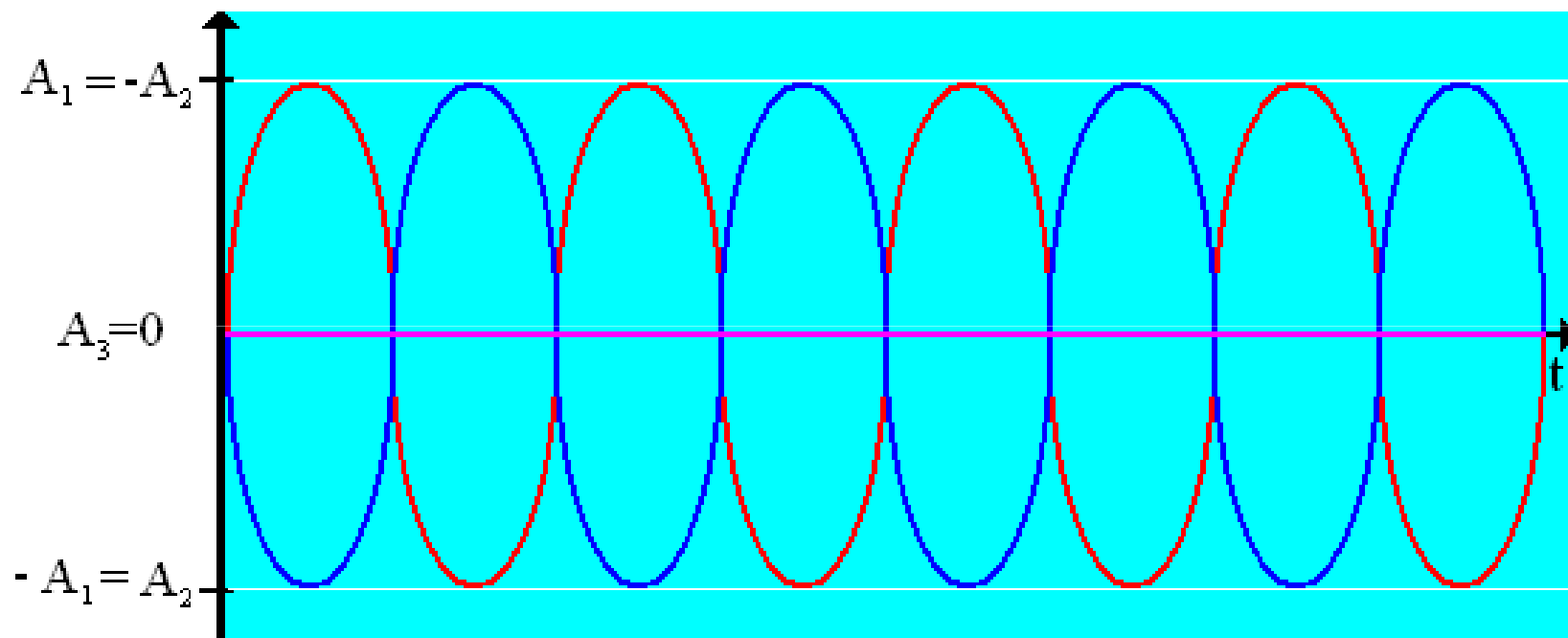
- λ – długość fali – odległość między sąsiednimi grzbietami (lub dolinkami)
- Prędkość rozchodzenia się fali to droga / czas
- $V = s / t$
- Jaką drogę przebędzie fala po upływie jednego okresu ?
- Fala przemieści się o jedną swoją długość
- $V = \lambda / t$
- Częstotliwość to f
- $f = 1 / T$
- $V = \lambda f$

- Co się dzieje gdy nakładają się dwie fale o jednakowej długości ?



- W miejscach spotkania grzbietu z grzbietem (lub dolina z doliną) zachodzi wzmocnienie fal
- Tam gdzie grzbiet spotyka się z doliną następuje wygaszenie fal
- Zjawisko nakładania się fal to **INTERFERENCJA**





- Aby mogło dojść do maksymalnego wzmocnienia fal musi wystąpić korelacja ich faz (spójność faz)
- Spójność amplitudy
- Spójność częstotliwości

Zadania

- Na jeziorze rozchodzi się fala z szybkością 3 m/s. Korek pływający po powierzchni jeziora wykonuje jedno pełne drganie w czasie 2 sekund. Oblicz długość tej fali
- $V = 3 \text{ m/s}$
- $T = 2 \text{ s}$
- $\lambda = ?$
- $V = \lambda / T$
- $\lambda = V \times T$
- $\lambda = 3 \text{ m/s} \times 2 \text{ s} = 6 \text{ m}$

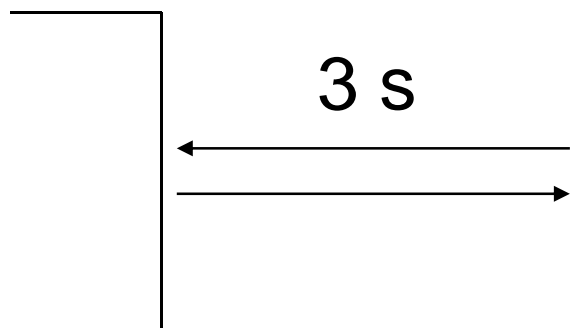
- Stojąca w wodzie łódka wykonuje drgania o okresie $T = 4\text{s}$. Jaka jest szybkość rozchodzenia się fal na wodzie, jeżeli odległość między sąsiednimi grzbietami fal wynosi 8 m

- $V = \lambda / T$

- $V = 8\text{ m} / 4\text{ s}$

- $V = 2\text{ m/s}$

- Oblicz, w jakiej odległości od ściany skalnej stał człowiek, jeżeli po klaśnięciu w ręce usłyszał echo po 3 s. Szybkość dźwięku w powietrzu przyjmijmy 330 m/s
- $V = s / t$
- $S = V \times t$
- ~~$S = 330 \text{ m/s} \times 3 \text{ s} = 990 \text{ m}$~~



Dwie możliwości:

$$990 \text{ m} / 2 = 495 \text{ m}$$

lub

$$2s = V \times t$$

- Ile wynosi częstotliwość, jaką usłyszy obserwator zbliżający się z prędkością $v_0=10\text{m/s}$ do źródła wydającego dźwięk o częstotliwości $f_0=1000\text{Hz}$? Prędkość dźwięku w powietrzu wynosi $v=330\text{m/s}$
- $f_1 = (f_0 \times v) / (v - v_0)$
- $f_1 = (1000 \text{ Hz} \times 330 \text{ m/s}) / (330 \text{ m/s} - 10 \text{ m/s})$
- $f_1 = 1031,25 \text{ Hz}$

- Nietoperz leci w kierunku ściany z szybkością 30 m/s i wysyła ultradźwięki o częstotliwości 40 kHz. Jakiej częstotliwości ultradźwięki odbite od ściany słyszy nietoperz? Szybkość ultradźwięków w powietrzu wynosi 340 m/s.

- $v = 340\text{m/s}$
- $v_0 = 30\text{m/s}$
- $f_0 = 40\text{kHz} = 40000\text{Hz}$
- Nietoperz leci w kierunku ściany i wysyła ultradźwięk. Ultradźwięk, który dolatuje do ściany ma częstotliwość większą bo nietoperz zbliżał się do ściany. Częstotliwość dźwięku jaki doleci i odbije się od ściany jest równa
- $f_1 = (f_0 \times v) / (v - v_0)$
- $f_1 = (40000\text{Hz} \times 340\text{m/s}) / (340\text{ m/s} - 30\text{ m/s})$
- $f_1 = 13600000\text{Hz} / 310$
- $f_1 = 43871\text{ Hz}$

- Od ściany odbija się dźwięk, który ma już częstotliwość równą f_1 . Dźwięk ten dolatuje do nietoperza, ale ponieważ nietoperz się cały czas zbliża do ściany, to dźwięk słyszany ma częstotliwość większą niż f_1 i możesz ją policzyć z tego samego wzoru
- $f_2 = (f_1 \times v) / (v - v_0)$
- $f_2 = (43871\text{Hz} \times 340 \text{ m/s}) / (340 \text{ m/s} - 30 \text{ m/s})$
- $f_2 = 14916140 \text{ Hz} / 310 = 48117 \text{ Hz} = 48,1 \text{ kHz}$

- Statek badawczy przy pomiarach głębokości morza wysyła wiązkę ultradźwięków w kierunku dna i odbiera wyraźne echo po czasie 0,1 s. Oblicz głębokość morza w tym miejscu. Fale ultradźwiękowe rozchodzą się w wodzie z prędkością 1450 m/s
- $V = s / t$
- V – prędkość rozchodzenia się fal; s – drogą wiązki; t – czas; h – głębokość
- $s = 2h$
- $V = s / t = 2h / t$
- $h = Vt / 2$
- $h = (1450 \text{ m/s} \times 0,1 \text{ s}) / 2 = 72,5 \text{ m}$

- Sygnał akustyczny wysłany z echosondy statku rybackiego w głąb morza wrócił odbity od ławicy ryb po upływie 0,4s. Jak głęboko płynie ta ławica jeżeli prędkość fali głosowej w wodzie wynosi ok. 1450m/s?
- $V = s / t$
- $S = 2h$
- $V = 2h / t$
- $h = Vt / 2$
- $h = (1450 \text{ m/s} \times 0,4 \text{ s}) / 2$
- $h = 290 \text{ m}$

- Odległość między grzbietami fal na morzu wynosi 30m. Łódź opada z grzbietu fali i unosi się, osiągając znów najwyższe położenie w ciągu 3s. Oblicz częstotliwość fali oraz jej prędkość.
- $\lambda = 30\text{m}$
- $T = 3\text{s}$
- $f, V = ?$
- $f = 1 / T$
- $f = 1 / 3\text{s} = 0,33\text{Hz}$
- $V = \lambda / T = 30\text{m} / 3\text{s} = 10 \text{ m/s}$

- Mucha leciała z Łodzi do Zgierza z prędkością 36km/h. Machała skrzydełkami 50 razy na sekundę. Tor po jakim poruszają się końce skrzydeł muchy stanowi wykres fali. Podaj długość tej fali oraz jej okres.

- 36 km/h

- 36000 m/h

- 36000 m / 3600 s

- 10 m/s = v

- $f = 50 \text{ Hz}$

- $\lambda, T = ?$

- $f = 1 / T$

- $T = 1 / f$

- $T = 1 / 50 \text{ Hz}$

- $T = 1 / 50 \text{ s}^{-1}$

- $T = 0,02 \text{ s}$

- $V = \lambda / T$
- $\lambda = Vt$
- $\lambda = 10 \text{ m/s} \times 0,02 \text{ s}$
- $0,2 \text{ m}$

- Fala o długości 25cm rozchodzi się w pewnym ośrodku z prędkością 5km/s. Ile wynosi częstotliwość tej fali?
- $\lambda = 25\text{cm} = 0,25\text{m}$
- $V = 5\text{km/s} = 5000\text{m/s}$
- $f = ?$
- $f = 1 / T$
- $V = \lambda / T$
- $T = \lambda / V$
- $f = 1 / (\lambda / V)$
- $f = 1 / (0,25\text{m} / 5000\text{m/s}) = 1 / 0,00005\text{s}$
- $f = 20000 \text{ Hz}$

- Jaka długość fali ma fala dźwiękowa o częstotliwości 660 Hz, jeżeli prędkość rozchodzenia się dźwięku w powietrzu wznosi ok. 330 m/s.
- $V = \lambda / t$
- $f = 1 / t$
- $t = 1 / f$
- $V = \lambda f$
- $\lambda = V / f$
- $\lambda = 330 \text{ m/s} / 660\text{Hz}$
- $\text{Hz} = 1 / \text{s}$
- $\lambda = 330\text{m/s} / 660 \text{ s}^{-1}$
- $\lambda = 1/2 \text{ m}$

Obliczanie nakładania się fal

- W ośrodku liniowym, rozchodzące się z kilku źródeł zaburzenia spotykają się w punkcie P
- Przy założeniu, że fale są spójne, mają zgodne fazy, zaburzenie P opisywane jest przez wzór:

$$y(P) = A \sin(\omega t + \varphi_1) + A \sin(\omega t + \varphi_2),$$

gdzie:

$$\varphi_1 = \frac{d_1}{\lambda},$$

$$\varphi_2 = \frac{d_2}{\lambda},$$

Gdy spełniony jest warunek

$$\varphi_1 - \varphi_2 = 2k\pi \quad \text{gdzie } k - \text{dowolna liczba naturalna (0, 1, 2...)}$$

to fale w punkcie p ulegają wzmocnieniu i

$$y(P) = 2A \sin(\omega t)$$