

FALE

1. Fale mechaniczne.
2. Matematyczny opis fali.
3. Zjawiska falowe.
4. Fala stojąca.
5. Fale dźwiękowe.
6. Efekt Dopplera.

Źródła ilustracji są umieszczone pod nimi. Jeśli brakuje podpisu, autorką ilustracji jest autorka notatki.

Autorka notatki: Hanna Rosik

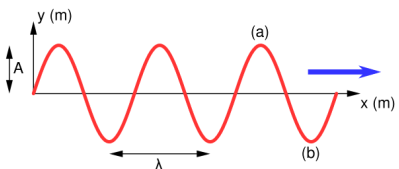
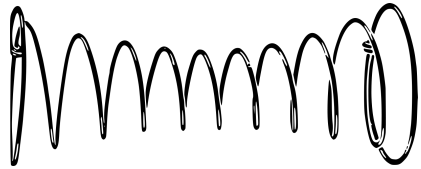
Na rzecz fizykafascynuje.pl

FALE MECHANICZNE

Cechy fali mechanicznej:

- jest spowodowana drganiami cząsteczek ośrodka, w którym się rozchodzi;
- przenosi energię (nie materię);
- rozchodzi się tylko w ośrodku sprężystym;
- rozchodzi się ze stałą prędkością w ośrodkach jednorodnych.

okres	T	s	czas pełnego cyklu drgań cząsteczki ośrodka
częstotliwość	f	Hz	liczba cykli drgań cząsteczki na sekundę
amplituda	A	m	maksymalne wychylenie cząsteczki ośrodka z położenia równowagi
prędkość fali	v		prędkość rozchodzenia się fali
długość fali	λ		odległość między dwoma kolejnymi punktami drgającymi

FAŁA POPRZECZNA	FAŁA PODŁUŻNA
 <p>źródło: Wikimedia Commons, autor: MikeRun</p>	 <p>źródło: Wikimedia Commons, autor anonimowy</p>
Kierunek drgań cząsteczek ośrodka jest prostopadły do kierunku rozchodzenia się fali.	Kierunek drgań cząsteczek ośrodka jest równoległy do kierunku rozchodzenia się fali.
Rozchodzi się tylko w ośrodkach, które mogą zmienić kształt i wrócić do pierwotnego kształtu.	Rozchodzi się w każdym ośrodku, który ma sprężystą objętość.
Ulega polaryzacji.	Nie ulega polaryzacji.

FAŁA PŁASKA	FAŁA KOLISTA	FAŁA KULISTA
 <p>źródło: Wikimedia Commons, autor: Lips</p>	 <p>źródło: Wikimedia Commons, autor: Roger McLassus</p>	 <p>źródło: Wikimedia Commons, autor: Jonathan Papa</p>
Rozchodzi się w jednym kierunku.	Rozchodzi się w płaszczyźnie.	Rozchodzi się w przestrzeni.
Grzbiety fali są do siebie równoległe .	Grzbiety i doliny fali tworzą okręgi o wspólnym środku.	Grzbiety i doliny fali tworzą sfery o wspólnym środku.

MATEMATYCZNY OPIS FALI

prędkość fali

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f$$

natężenie fali

$$\left[\frac{W}{m^2} \right]$$

$$I = \frac{E}{S \Delta t} = \frac{P}{S} \quad I \sim A^2 \quad I \sim \frac{1}{r^2}$$

funkcja falowa

$$y(x, t) = A \sin \left[\omega \left(t - \frac{x}{v} \right) + \varphi_0 \right]$$

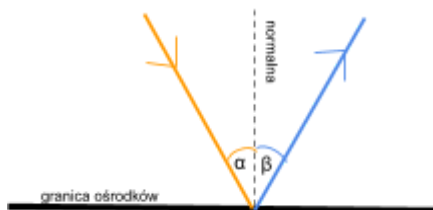
faza fali

$$\varphi(t) = \omega \left(t - \frac{x}{v} \right) + \varphi_0 \quad \varphi(t) = \frac{2\pi t}{T} - \frac{2\pi x}{\lambda} + \varphi_0$$

ODBICIE FALI zachodzi na granicy ośrodków.

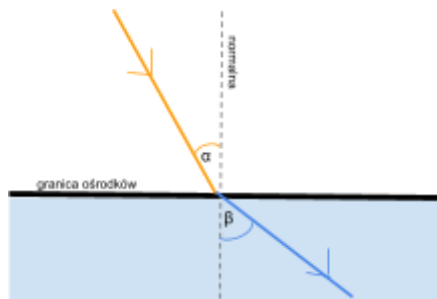
Prosta prostopadła do granicy ośrodków to **normalna**.

Zgodnie z **prawem odbicia** kąt padania jest równy kątowi odbicia. ($\alpha = \beta$)

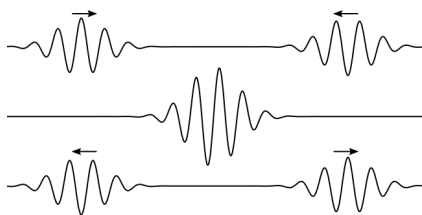


ZAŁAMANIE FALI polega na zmianie kierunku rozchodzenia się fali po przejściu z jednego ośrodka do drugiego.

Zgodnie z **prawem załamania**: $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2} = const$

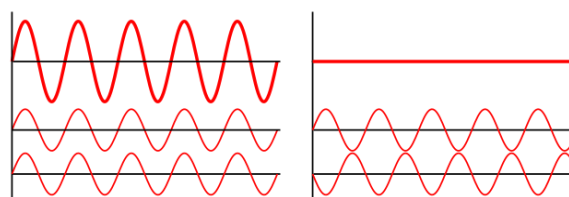


SUPERPOZYCJA to nakładanie się fal, do którego dochodzi, gdy do jednego punktu dociera kilka fal naraz.



źródło: Wikimedia Commons, autor: MikeRun

INTERFERENCJA to superpozycja fal o jednakowych amplitudach i częstotliwościach, ale różnych źródłach. W ten sposób fale się wzmacniają lub wygaszają.



źródło: Wikimedia Commons, autor: Haade

WYGASZENIE FALI powstaje w wyniku nałożenia fali o **przeciwnych** fazach.

$$\text{warunek wygaszenia fali: } \varphi_2 - \varphi_1 = 2\pi \left(n + \frac{1}{2} \right)$$

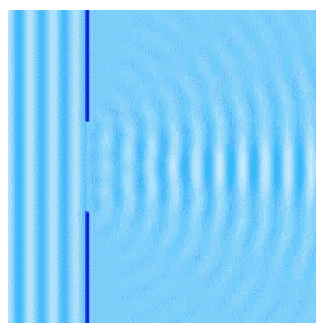
$$\text{warunek maksymalnego wygaszenia fali: } \sin \theta_n = \left(n + \frac{1}{2} \right) \frac{\lambda}{d}$$

WZMOCNIENIE FALI powstaje w wyniku nałożenia fali o **zgodnych** fazach.

$$\text{warunek wzmocnienia fali: } \varphi_2 - \varphi_1 = 2\pi n$$

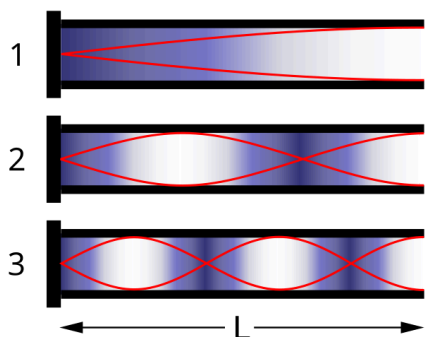
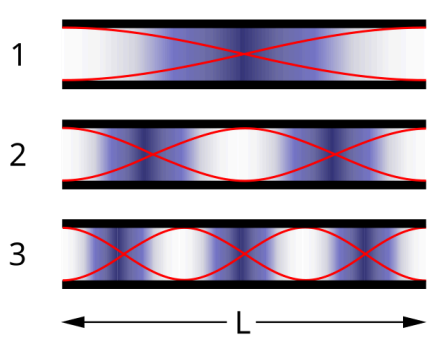
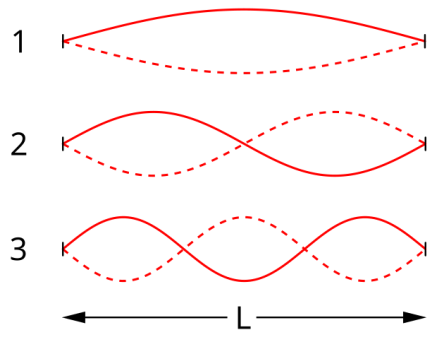
$$\text{warunek maksymalnego wzmocnienia fali: } \sin \theta_n = \frac{n\lambda}{d}$$

DYFRAKCJA to ugięcie fali; polega na zmianie kierunku rozchodzenia się fali na skutek napotkania przeszkody.



źródło: Wikimedia Commons, autor: Sawitreenery

FAŁA STOJĄCA - fala, której grzbiety i doliny się nie przemieszczają. Powstaje w wyniku interferencji dwóch takich samych fal, które biegły wzdłuż tej samej prostej, ale w przeciwną stronę.

FALE STOJĄCE W PISZCZAŁCE/STRUNIE		
piszczałka zamknięta	piszczałka otwarta	struna
 <p>źródło: Wikimedia Commons, autor: MikeRun</p>	 <p>źródło: Wikimedia Commons, autor: MikeRun</p>	 <p>źródło: Wikimedia Commons, autor: MikeRun</p>
Rura, która ma jedną końcówkę zamkniętą, a drugą otwartą,	Rura, która ma oba końce otwarte.	Struna jest przymocowana obustronnie (np. do gitary) i wibruje, generując fale stojące.
$f_n = \frac{v}{4L} (2n - 1)$		$f_n = \frac{v}{2L} n$

FALE DŹWIĘKOWE

Dźwięk jest podłużną falą mechaniczną.

- Im wyższa częstotliwość, tym wyższy dźwięk.
- Im większa amplituda, tym głośniejszy dźwięk.

Infradźwięki - niesłyszalne przez człowieka; $< 20 \text{ Hz}$.

Ultradźwięki - niesłyszalne przez człowieka; $> 16\,000 \text{ Hz}$.

EFEKT DOPPLERA - zjawisko, które polega na tym, że obserwator odbiera falę o innej częstotliwości niż źródło. Wynika to z ruchu względem siebie obserwatora i odbiorcy.

Efekt Dopplera możemy zaobserwować np. w sytuacji, gdy przejeżdża karetką na sygnale.

Uogólniony wzór opisujący efekt Dopplera to: $f_{ob} = f_{\dot{z}r} \frac{V_d \pm V_{ob}}{V_d \pm V_{\dot{z}r}}$

JAK OBLICZYĆ CZĘSTOTLIWOŚĆ REJESTROWANĄ PRZEZ OBSERWATORA?

	obserwator się zbliża	obserwator stoi	obserwator się oddala
źródło się zbliża	$f_{ob} = f_{\dot{z}r} \frac{V_d + V_{ob}}{V_d - V_{\dot{z}r}}$	$f_{ob} = f_{\dot{z}r} \frac{V_d}{V_d - V_{\dot{z}r}}$	$f_{ob} = f_{\dot{z}r} \frac{V_d - V_{ob}}{V_d - V_{\dot{z}r}}$
źródło się oddala	$f_{ob} = f_{\dot{z}r} \frac{V_d + V_{ob}}{V_d + V_{\dot{z}r}}$	$f_{ob} = f_{\dot{z}r} \frac{V_d}{V_d + V_{\dot{z}r}}$	$f_{ob} = f_{\dot{z}r} \frac{V_d - V_{ob}}{V_d + V_{\dot{z}r}}$