

## 33-AKUSTYKA

Fale akustyczne to fale podłużne.

Dźwięki fale o częstotliwości ok. 16 Hz - 20 kHz

- Poniżej 16 Hz – infradźwięki
- Powyżej 20 kHz – ultradźwięki

Dolna granica słyszalności dla 1000 Hz –  $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$  – poziom natężenia 0 dB

Natężenie dźwięku

$$I = \frac{P}{S}$$

jednostka [ W/m<sup>2</sup>]

Poziom natężenia - wzór dla  $f = 1000 \text{ Hz}$  ; jednostka [dB]

$$L = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

---

|                       |                   |                   |                   |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                 |
|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|
| I [W/m <sup>2</sup> ] | 10 <sup>-12</sup> | 10 <sup>-11</sup> | 10 <sup>-10</sup> | 10 <sup>-9</sup> | 10 <sup>-8</sup> | 10 <sup>-7</sup> | 10 <sup>-6</sup> | 10 <sup>-5</sup> | 10 <sup>-4</sup> | 10 <sup>-3</sup> | 10 <sup>-2</sup> | 10 <sup>-1</sup> | 10 <sup>0</sup> |
| P [dB]                | 0                 | 10                | 20                | 30               | 40               | 50               | 60               | 70               | 80               | 90               | 100              | 110              | 120             |

Dla innych dźwięków – głośność

Głośność urządzenia wynosi n fonów, jeżeli dźwięk jest słyszalny tak samo głośno jak dźwięk o częstotliwości 1000 Hz i poziomie natężenia n decybeli

Zjawisko Dopplera

Polecam animacje:

<http://www.lon-capa.org/~mmp/applist/doppler/d.htm>

<http://webphysics.davidson.edu/Applets/Applets.html>

<http://www.zamkor.pl/programy%20fizyka%20liceum/doppler/doppler.htm>

$$f = f_{\text{źródła}} \frac{v \pm u_{\text{obserwatora}}}{v \mp u_{\text{źródła}}}$$

gdy obserwator się zbliża „+”

gdy obserwator się oddala „-”

gdy źródło dźwięku się zbliża „-”

gdy źródło dźwięku się oddala „+”

### ZADANIA

**W zadaniach poniższych prędkość dźwięku w powietrzu przyjąć  $v = 336 \text{ m/s}$ .**

#### Zadanie 1

Wrzucono do przepaści o głębokości 1 km wrzucono kamień . Po jakim czasie usłyszano dźwięk?

*Odpowiedź: Po około 17,1 s*

#### Zadanie 2

Wrzucono do przepaści kamień i usłyszano plusk po 5-ciu sekundach od chwili wyrzucenia. Jak głęboka była ta przepaść?

*Odpowiedź: 109,1 m*

#### Zadanie 3

Jaka powinna być długość pudła rezonansowego dla kamertonu wydającego dźwięk o częstotliwości  $f = 435 \text{ Hz}$ ?

*Odpowiedź: około 19 cm*

#### Zadanie 4

Do rury wypełnionej wodą zbliżono kamerton. Wzmocnienie dźwięku słyszano po raz pierwszy, gdy wysokość słupa powietrza w rurze wynosiła  $h_1 = 25 \text{ cm}$ . Jaka jest częstotliwość wydawanego dźwięku? Przy jakiej kolejnej wysokości słupa powietrza znów usłyszemy wzmocnienie dźwięku?

*Odpowiedź:  $f = 336 \text{ Hz}$  ;  $h_2 = 75 \text{ cm}$*

#### Zadanie 5

Prędkość dźwięku w strunie gitary wynosi około 3000 m/s. Jak i o ile herców zmieni się częstotliwość podstawowego dźwięku wydawanego przez strunę gitary, jeśli początkowa długość  $l_0 = 50 \text{ cm}$ , palec przesunięto o 5 cm

a. zwiększając jej długość

b. zmniejszając jej długość

*Odpowiedź: a. zmniejszy się o ok. 273 Hz. B. zwiększy się o ok. 333 Hz*

#### Zadanie 6

Do obserwatora zbliża się samochód z prędkością 108 km/h i wydaje dźwięk o częstotliwości  $f = 600$  Hz. Oblicz skok częstotliwości jaki wystąpi w momencie minięcia obserwatora.

Odpowiedź:  $\Delta f = -108$  Hz

#### Zadanie 7

Dwa samochody jadą po tej samej prostej drodze z prędkościami  $v_1 = 20$  m/s i  $v_2 = 15$  m/s. Pierwszy z nich zaczyna trąbić, a jego klakson wydaje dźwięk o częstotliwości  $f = 600$  Hz. Jaką częstotliwość dźwięku usłyszy pasażer drugiego samochodu, jeżeli pojazdy:

a. zbliżają się do siebie?

b. oddalają się od siebie?

Odpowiedź: a: 666 Hz;  $f = f_{\text{źr}} \frac{v+v_2}{v-v_1}$

b: 541 Hz;  $f = f_{\text{źr}} \frac{v-v_2}{v+v_1}$

#### Zadanie 8

Do obserwatora zbliża się źródło dźwięku z przyspieszeniem  $a = 2$  m/s<sup>2</sup>. Prędkość początkowa  $v_0 = 0$ . Jak długo źródło to może się zbliżać, aby zaszło zjawisko Dopplera?

Odpowiedź:  $t < 168$  s

#### Zadanie 9

Poziom natężenia dźwięku o częstotliwości 1000 Hz wzrósł z 80 do 110 dB. Jak zmieniło się natężenie dźwięku?

Odpowiedź: Wzrosło 1000 razy.

#### Zadanie 10

Odczytaj z wykresu czułości ucha na stronie 4 i odpowiedz na pytania:

- Jaka jest w przybliżeniu częstotliwość dźwięku, na które ucho ludzkie jest najbardziej czułe?
- Jaki jest w przybliżeniu poziom natężenia dźwięku o głośności 60 fonów dla dźwięków o częstotliwości: 100 Hz, 1000 Hz, 3000 Hz, 10000 Hz?

Odpowiedzi:

a. 3000 Hz

b. 80 dB ; 60 dB ; 55 dB ; 75 dB

Zadanie 11

Zjawisko Dopplera – strona 6 zadanie 3

<http://www.voltwo.webd.pl/matura/fizyka/2007-rozrzerzony.pdf>

