



**XLIX OLIMPIADA FIZYCZNA**  
(1999/2000)  
**ZAWODY II STOPNIA**  
**CZĘŚĆ TEORETYCZNA**

**Zadanie teoretyczne — Z1**

**Nazwa** - Zmiany częstotliwości w wyniku wzajemnego ruchu samochodów

**Źródła** - Komitet Główny Olimpiady Fizycznej;

- Andrzej Wysmołek, sekretarz naukowy ds. zad. dośw. KGOF, IFD UW;

- Włodzimierz Ungier *Fizyka w Szkole* nr 4, 2000;

- Paweł Janiszewski, Jan Mostowski (red.): *50 lat olimpiad fizycznych.*

*Wybrane zadania z rozwiązaniami.* WN PWN, Warszawa 2002;

- T.M. Molenda, IF US, [www.OF.szc.pl](http://www.OF.szc.pl).

---

Dwa samochody A i B jadą naprzeciw siebie na prostej drodze. Prędkość samochodu A wynosi  $v_A = 90$  km/h, zaś prędkość samochodu B wynosi  $v_B = 54$  km/h. Po minięciu się samochodów rejestrowana przez A częstotliwość dźwięku emitowanego przez B zmienia się o 127,3 Hz.

- Ile wynosi częstotliwość dźwięku emitowanego przez samochód B?
- Jaką częstotliwość dźwięku odbiera kierowca samochodu A przed, a jaką po minięciu samochodu B?
- Jak zmieniają się wyniki, jeśli podczas jazdy samochodów, w kierunku jazdy samochodu B, wieje wiatr z prędkością  $v_w = 36$  km/h?

Przyjmij, że prędkość dźwięku w powietrzu wynosi  $v_d = 340$  m/s.

**Rozwiązanie zadania Z1 — XLIX OF, II stopień, część teoretyczna**

Podczas zbliżania się samochodów kierowca A rejestruje dźwięk o częstotliwości:

$$f_1 = f_B \frac{1 + v_A c}{1 - v_B c}, \quad (1)$$

gdzie  $c = 1/v_d$ . Natomiast podczas oddalania odbiera:

$$f_2 = f_B \frac{1 - v_A c}{1 + v_B c}. \quad (2)$$

Korzystając z równości:

$$f_1 - f_2 = 127,3 \text{ Hz},$$

otrzymujemy częstotliwość dźwięku emitowanego przez samochód B:

$$f_B = \frac{1 - (v_B c)^2}{2(v_A + v_B)c} \cdot 127,3 \text{ Hz} = 540,0 \text{ Hz}. \quad (3)$$

Podstawiając (3) do wzorów (1) i (2), obliczamy częstotliwości odbierane przez kierowcę samochodu A:

$$f_1 = \frac{(1 + v_A c)(1 + v_B c)}{2(v_A + v_B)c} \cdot 127,3 \text{ Hz} = 606,4 \text{ Hz},$$

$$f_2 = \frac{(1 - v_A c)(1 - v_B c)}{2(v_A + v_B)c} \cdot 127,3 \text{ Hz} = 479,1 \text{ Hz}.$$

W przypadku, gdy wieje wiatr, we wzorach (1), (2) i (3) należy podstawić  $v_A + v_w$  w miejsce  $v_A$  oraz  $v_B - v_w$  w miejsce  $v_B$ . Otrzymamy wtedy częstotliwość dźwięku emitowanego przez samochód B równą:

$$f_B' = 540,9 \text{ Hz},$$

oraz częstotliwości odbierane przez A równe:

$$f_1' = 605,5 \text{ Hz},$$

$$f_2' = 478,2 \text{ Hz}.$$