



**XLIV OLIMPIADA FIZYCZNA**  
**ZADANIA ZAWODÓW STOPNIA WSTĘPNEGO**  
**CZĘŚĆ TEORETYCZNA**

<b>Nazwa zadania</b>	Poruszające się wagony
<b>Rok</b>	1994/1995
<b>Źródło</b>	50 lat olimpiad fizycznych. Wybrane zadania z rozwiązaniami pod red. Janiszewski P. Mostowski J. PWN, Warszawa 2002; T.M. Molenda, IF US, <a href="http://www.OF.szc.pl">www.OF.szc.pl</a> .

---

**Zadanie 1A - XLIV OF, stopień wstępny.**

Wagon o masie  $m_1 = 2 \cdot 10^4$  kg toczy się bez tarcia z prędkością  $v = 10$  km/h po prostym torze i uderza w wolnostojący na tym samym torze wagon o masie  $m_2 = 3 \cdot 10^4$  kg. Na każde  $10^4$  N siły przypada 1 cm przemieszczenia pary buforów pierwszego wagonu oraz 0,8 cm przemieszczenia pary buforów drugiego wagonu. Oblicz, o ile centymetrów zbliżą się do siebie wagony w czasie zderzenia, tzn. od chwili zetknięcia się buforów do momentu osiągnięcia najmniejszej odległości między wagonami. Opory ruchu i masa buforów są do zanedbania.

**Rozwiązanie zadania 1A - XLIV OF, stopień wstępny.**

W momencie osiągnięcia najmniejszej odległości ustaje zbliżanie wagonów, czyli ich prędkości stają się takie same. Z zasady zachowania pędu mamy więc:

$$m_1 v = (m_1 + m_2) v' , \quad (1)$$

a z zasady zachowania energii:

$$\frac{m_1 v^2}{2} = \frac{(m_1 + m_2) v'^2}{2} + E_1 + E_2 . \quad (2)$$

Energia zużyta na ściśnięcie buforów wynosi odpowiednio:

$$E_1 = \frac{k_1 x^2}{2} \quad \left( k_1 = 10^4 \frac{\text{N}}{\text{cm}} \right) , \quad (3)$$

$$E_2 = \frac{k_2 y^2}{2} \quad \left( k_2 = 10^4 \frac{\text{N}}{0,8 \text{ cm}} \right) , \quad (4)$$

gdzie przemieszczenia buforów, równe odpowiednio  $x$  i  $y$ , spełniają warunek  $k_1 x = k_2 y$ . Stąd  $x = (k_2/k_1)y$ , a całkowite zbliżenie wagonów  $d = x + y$ :

$$d = \left( 1 + \frac{k_2}{k_1} \right) y . \quad (5)$$

Z powyższych związków oraz z równań (1) – (4) otrzymujemy zależność przemieszczenia buforów drugiego wagonu od prędkości  $v$ :

$$y = v \frac{1}{\sqrt{1/m_1 + 1/m_2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1/k_1 + 1/k_2}} \cdot \frac{1}{k_2} . \quad (6)$$

W czasie zderzenia wagony zbliżą się do siebie o:

$$d = v \sqrt{\frac{1/k_1 + 1/k_2}{1/m_1 + 1/m_2}} \cong 41 \text{ cm} . \quad (7)$$