



X OLIMPIADA FIZYCZNA
(1960/1961)
ZAWODY II STOPNIA
CZEŚĆ TEORETYCZNA

Zadanie problemowe – T3

Nazwa – Uderzenie pocisku karabinowego w zbiornik z wodą i z powietrzem.

Źródła – Komitet Główny Olimpiady Fizycznej

- Czesław Ścisłowski¹, *Fizyka w Szkole* nr 3, 1961, str. 293-294
- Aniela Nowicka², *Olimpiady Fizyczne IX i X*, 1965, str. 103-104
- T.M. Molenda (red.), IF US, www.OF.szc.pl.

Mamy dwa jednakowe cienkościenne zbiorniki szczelnie zamknięte. Jeden wypełniony jest powietrzem, a drugi całkowicie wodą. Strzelamy z karabinu kolejno do pierwszego, a potem do drugiego zbiornika.

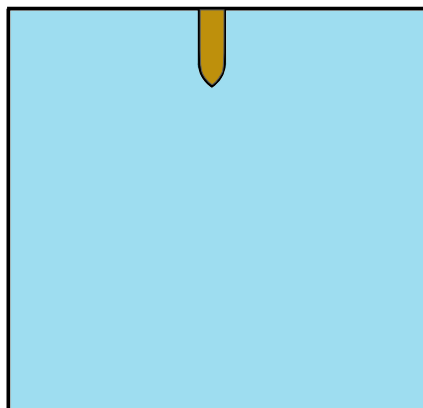
Opisać i wyjaśnić, co się stanie ze zbiornikami.

¹ Dr Czesław Ścisłowski pełnił funkcję Kierownika Olimpiady Fizycznej od VIII OF do XVII OF, w tym okresie był autorem artykułów z OF w czasopiśmie dla nauczycieli *Fizyka w Szkole*, również autor książki *Olimpiady Fizyczne XVII i XVIII* (przyp. red.).

² Aniela Nowicka była członkiem KGOF od II OF do XVI OF; w ww. książce zad. III st. X OF opracował dr Stefan Czarnecki, autor książek *Olimpiady Fizyczne I-IV*, *Olimpiady Fizyczne VII i VIII* (przyp. red.).

Rozwiązanie zadania T3 – X OF, II stopień, część teoretyczna

Oznaczamy pojemność zbiornika przez V , objętość zaś pocisku przez ΔV . Gdy pocisk znajdzie się wewnątrz zbiornika, to objętość powietrza lub wody musi się zmniejszyć o ΔV (rys. 1).



Rys. 1

Jeżeli czas przelotu pocisku jest mniejszy od czasu dotarcia fali wywołanej w ośrodku wypełniającym naczynie do ścianek zbiornika, to wzrost ciśnienia na ścianki będzie wynosić dla powietrza

$$\Delta p_1 = E_1 \frac{\Delta V}{V} \quad (1)$$

a dla wody

$$\Delta p_2 = E_2 \frac{\Delta V}{V} \quad (2)$$

gdzie E_1 oraz E_2 to moduły ścisłości powietrza i wody. Dzieląc równania (2) i (1) stronami, otrzymamy

$$\frac{\Delta p_2}{\Delta p_1} = \frac{E_2}{E_1}.$$

Przyjmując E_2 dla wody równe 220 kG/mm^2 ($\approx 2,2 \cdot 10^9 \text{ Pa}$)⁽³⁾, E_1 zaś dla powietrza $0,01 \text{ kG/mm}^2$ ($\approx 1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$), otrzymamy

$$\frac{\Delta p_2}{\Delta p_1} = \frac{220 \text{ kG/mm}^2}{0,01 \text{ kG/mm}^2} = 2,2 \cdot 10^4.$$

Znaczy to, że gdy pocisk wpadł do zbiornika z wodą, zgodnie z prawem Pascala, ciśnienie wywierane na ścianki staje się $2,2 \cdot 10^4$ razy większe aniżeli w przypadku, gdy zbiornik wypełniony jest powietrzem.

Naczynie zwiększy odpowiednio wymiary liniowe. Gdy kula ma dużą objętość w stosunku do objętości zbiornika, zbiornik ulegnie rozerwaniu. Kula przelatując przez zbiornik wypełniony powietrzem przestrzeli ściany zbiornika zostawiając otwory. Wpadając do wnętrza zbiornika wypełnionego wodą, na skutek małej ścisłości cieczy spowoduje jego rozerwanie.

³ kG – symbol dawnej jednostki siły, podstawowej w tzw. układzie ciężarowym, w którym jednostką ciśnienia był 1 kG/cm^2 równy 1 atmosferze technicznej (at); 1 kG (kilogram siła) def. jako siła przyciągania przez Ziemię masy 1 kg w miejscu, gdzie przyspieszenie ziemskie wynosi $9,8066 \text{ m/s}^2$; $1 \text{ kG/mm}^2 = 9806,65 \text{ kPa}$ (przyp. red.).