

XVII OLIMPIADA FIZYCZNA(1967/1968). Stopień wstępny, zad. teoretyczne – T2

Źródło: Komitet Główny Olimpiady Fizycznej;
Czesław Ścisłowski: Olimpiady fizyczne XVII i XVIII. PZWS, Warszawa 1971.

Nazwa zadania: Ciśnienie w pęcherzyku powietrza znajdującego się w wodzie.

Działy: Hydrostatyka

Słowa kluczowe: ciśnienie, atmosferyczne, napięcie powierzchniowe, siły spójności

Zadanie teoretyczne – T2, zawody stopnia wstępnego, XVII OF.

Na głębokości 20 cm pod powierzchnią wody znajduje się pęcherzyk powietrza o średnicy 0,1 mm. Jakie ciśnienie posiada powietrze w pęcherzyku, jeżeli ciśnienie atmosferyczne wynosi 765 mm Hg, a współczynnik napięcia powierzchniowego 0,073 N/m?

Rozwiązanie

Ciśnienie powietrza w pęcherzyku (Rys. 1.) równoważy ciśnienie atmosferyczne b , ciśnienie słupka wody p_w oraz ciśnienie p_n wywołane napięciem powierzchniowym. Zatem:

$$p = b + p_w + p_n$$

Ciśnienia te wyrazimy w mm słupka rtęci

Ciśnienie słupka wody o wysokości h wynosi milimetrach słupka Hg

$$p_w = \frac{h \gamma_w}{\gamma_{\text{Hg}}} = \frac{200 \text{ mm} \cdot 1 \frac{\text{G}}{\text{cm}^3}}{13,6 \frac{\text{G}}{\text{cm}^3}} = 14,7 \text{ mm Hg}.$$

Ciśnienie działające na pęcherzyk powietrza na skutek występowania napięcia powierzchniowego wynosi

$$p_n = \frac{2\alpha}{R},$$

gdzie α jest współczynnikiem napięcia powierzchniowego, R promieniem pęcherzyka (zakładamy że pęcherzyk posiada kształt kulisty). W naszym przypadku

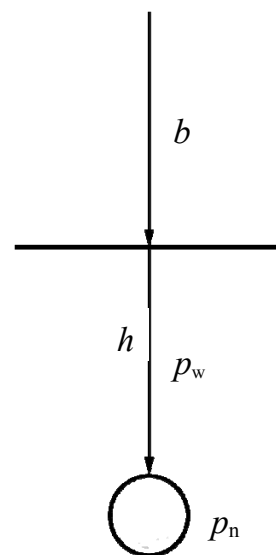
$$p_n = \frac{2\alpha}{R} = \frac{2 \cdot 0,073 \text{ N} \cdot 2}{\text{m} \cdot 0,0001 \text{ m}} = 2920 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}.$$

Ale 1 mm Hg odpowiada ciśnieniu 133,416 N/m². Zatem 2920 N/m² odpowiada w przybliżeniu 21,9 mm Hg. A więc

$$p_n = 21,9 \text{ mm Hg}$$

Powietrze zawarte w rozpatrywanym pęcherzyku posiada zatem ciśnienie

$p = 765 \text{ mm Hg} + 14,7 \text{ mm Hg} + 21,9 \text{ mm Hg} = 801,6 \text{ mm}$ Aby rozwiązać to zadanie zawodnik musiał uzupełnić wiadomości dotyczące ciśnienia występującego na kulistej powierzchni cieczy na skutek istnienia sił spójności.



Rys. 1.