

LIV OLIMPIADA FIZYCZNA

ZADANIA ZAWODÓW II STOPNIA

CZEŚĆ TEORETYCZNA

Źródła:

- Komitet Główny Olimpiady Fizycznej;
- T.M. Molenda, IF US, www.OF.szc.pl.

Zadanie 3

Rozważmy gumowy balonik, który po nadmuchaniu powietrzem ma kształt kuli.

a) Gdy promień balonika wynosił $r_1 = 0,1$ m, to wewnątrz panowało ciśnienie $p_1 = 1,1 \cdot 10^5$ Pa. Jakie ciśnienie panuje wewnątrz balonika po nadmuchaniu go tak, by miał promień

$$r_2 = \frac{3}{2}r_1? \quad (1)$$

W obu przypadkach temperatura powietrza wewnątrz balonika jest równa temperaturze otoczenia $T_0 = 300$ K. Ciśnienie powietrza otaczającego balonik jest równe $p_0 = 1,0 \cdot 10^5$ Pa.

b) Balonik o promieniu r_2 (czyli po nadmuchaniu zgodnie z pkt. a) zanurzono powoli w wodzie na taką głębokość, by jego promień zmalał do $r_3 = r_1$. Ile wynosi ta głębokość? Jakie są temperatura i ciśnienie wewnątrz balonika po zanurzeniu?

Zakładamy, że powłoka balonika nie przepuszcza ciepła. Początkowa temperatura wewnątrz balonika była równa T_0 . Balonik przed zanurzeniem znajdował się tuż nad powierzchnią wody.

c) Jaką pracę wykonano w trakcie zanurzania zgodnie z pkt. b)?

Energia sprężysta gumy, z której jest wykonany balonik, jest równa

$$E_s = \frac{1}{2}\alpha S^2, \quad (2)$$

gdzie α jest pewną stałą, a S – powierzchnią balonika. Balonik ma wciąż kształt kuli. Przyjmij, że powietrze zachowuje się jak gaz doskonały o molowym cieple właściwym przy stałej objętości $c_V = \frac{5}{2}R$. Guma ma zaniedbywalną masę oraz pojemność cieplną. Zaniedbujemy także gęstość powietrza w porównaniu z gęstością wody $d_w = 1000$ kg/m³. Przyspieszenie ziemskie $g = 9,8$ m/s².