

LIV OLIMPIADA FIZYCZNA

ZADANIA ZAWODÓW II STOPNIA

CZEŚĆ TEORETYCZNA

Źródła:

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

Zadanie 1

Pocisk w kształcie stożka o polu podstawy S i kącie rozwarcia 2α porusza się z prędkością v wzdłuż swojej osi (w stronę wierzchołka) w bardzo rozrzedzonym jednoatomowym gazie. Temperatura gazu jest na tyle niska, a prędkość v na tyle duża, że można przyjąć, że atomy gazu są nieruchome. Gęstość gazu jest równa ρ .

Zakładając, że atomy gazu zderzają się z powierzchnią pocisku doskonale sprężysto i nie zderzają się ze sobą, obliczyć siłę oporu, jaka działa na pocisk. Powierzchnia pocisku jest idealnie gładka. Podaj wartość liczbową dla $\rho = 10^{-3} \text{ kg/m}^3$, $v = 7 \text{ km/s}$, $\alpha = 45^\circ$, $S = 0,01 \text{ m}^2$.

Rozwiązanie zadania 1

Zagadnienie będziemy rozpatrywali w układzie, w którym stożek jest nieruchomy.

Ponieważ zderzenie jest doskonale sprężyste, a powierzchnia stożka nieruchoma, atom gazu po zderzeniu będzie miał prędkość v skierowaną pod kątem 2α w stosunku do początkowej prędkości. Zatem zmiana równoległej do osi stożka składowej pędu atomu o masie m jest równa

$$\Delta p = mv(\cos 2\alpha - 1). \quad (1)$$

W czasie Δt ze stożkiem zderza się ΔN atomów gazu, przy czym

$$\Delta N = \frac{\rho}{m} v S \Delta t. \quad (2)$$

Zatem całkowita siła oporu działająca na stożek jest równa

$$F_{\text{oporu}} = -\frac{\Delta N \Delta p}{\Delta t} = (1 - \cos 2\alpha) \rho v^2 S = 2 \sin^2 \alpha \rho v^2 S. \quad (3)$$

Jej wartość liczbowa dla podanych danych wynosi

$$F_{\text{oporu}} \approx 490 \text{ N}. \quad (4)$$

Punktacja

Wzór na zmianę pędu cząsteczki (wzór (1))	3 pkt.
Obliczenie liczby cząsteczek zderzających się ze stożkiem (wzór (2))	3 pkt.
Wzór na siłę oporu (wzór (3))	3 pkt.
Obliczenie liczbowej wartości siły oporu (wzór (4))	1 pkt.