

XLIX OLIMPIADA FIZYCZNA ETAP I

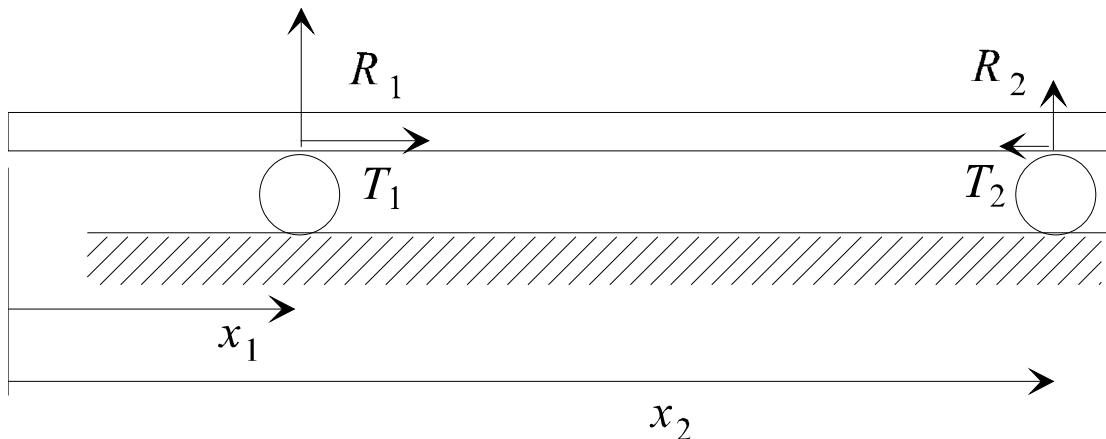
Zadanie doświadczalne

ZADANIE D2

Masz do dyspozycji plastikową linijkę o długości co najmniej 30 cm, dwa jednakowe długopisy lub flamastry wykonane z plastiku. Wyznacz stosunek współczynnika tarcia kinetycznego do współczynnika tarcia statycznego między linijką i długopisem (flamastrem). Oceń dokładność swoich pomiarów.

ROZWIĄZANIE ZADANIA D2

Linijkę kładziemy na dwóch długopisach w sposób pokazany na rys. 1. Notujemy położenie długopisu x_1 i następnie przesuwamy długopis położony początkowo w odległości x_2 dopóty dopóki linijka nie poruszy się. Notujemy położenie x_2 dla którego to nastąpiło. W chwili gdy linijka drgnie, siła tarcia kinetycznego (długopisu 2) o linijkę jest równa sile tarcia statycznego linijki o długopis 1.



Warunku równowagi sił oraz momentów sił działających na linijkę można zapisać w postaci:

$$\begin{cases} R_1 + R_2 = mg \\ \left(\frac{1}{2}l - x_1\right) mg = R_2(x_2 - x_1) \end{cases} \quad (1)$$

Po rozwiązaniu układu równań dostajemy:

$$\begin{cases} R_1 = \frac{mg}{2} \frac{l - 2x_1}{x_2 - x_1} \\ R_2 = \frac{mg}{2} \frac{2x_2 - l}{x_2 - x_1} \end{cases} \quad (2)$$

Wartości sił tarcia działających na linijkę, w przypadku gdy długopis 2 się porusza, wynoszą odpowiednio

$T_{1s} = R_1 f_s$ oraz $T_{2k} = R_2 f_k$. W chwili gdy linijka poruszy się,

$$T_{1s} = T_{2k} \quad (3).$$

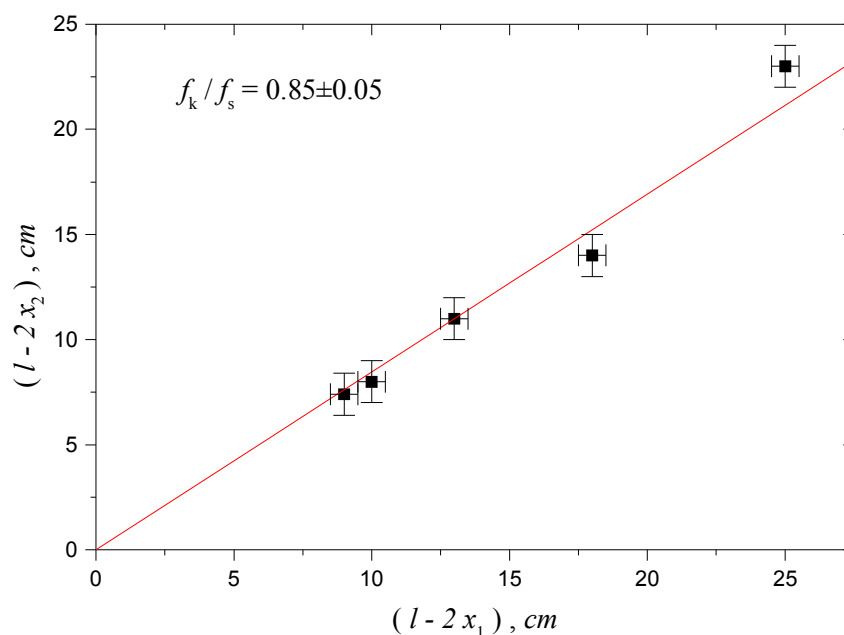
Po skorzystaniu wyrażeń na siły reakcji (2) związek (3) można zapisać w postaci:

$$\frac{f_k}{f_s} = \frac{2x_2 - l}{l - 2x_1} \quad (4)$$

lub

$$(2x_2 - l) = \frac{f_k}{f_s} (l - 2x_1) \quad (5)$$

Ze związku (4) wynika, że aby wyznaczyć szukany stosunek, wystarczy zmierzyć zależność położenia x_2 , w którym długopis 2 przestanie się ślizgać po linijce, od położenia x_1 długopisu 1 (nieruchomego). Przykładowe wyniki pomiarów przedstawiono na rys. 2.



Z dopasowania prostej dostajemy $f_k / f_s = (0,85 \pm 0,05)$. Aby uzyskać dobry wynik końcowy, należy wybrać do pomiarów gładką linijkę bez zarysowań. Należy ją też odłuszczyć przed pomiarem. Wykonanie kilku pomiarów dla różnych położenia długopisu 1 znacznie podwyższa dokładność uzyskanego wyniku.

Źródło:

Komitet Okręgowy Olimpiady Fizycznej w Szczecinie
www.of.szcz.pl