

**XLIX OLIMPIADA FIZYCZNA(1999/2000). Stopień I, zad. doświadczalne – D2.**

**Źródło:** Komitet Główny Olimpiady Fizycznej;  
Włodzimierz Ungier, Krzysztof Karpierz: *Fizyka w Szkole* nr 2-3, 2000.

**Nazwa zadania:** Wyznaczanie stosunku współczynników tarcia kinetycznego do statycznego.

**Działy:** Mechanika, dynamika.

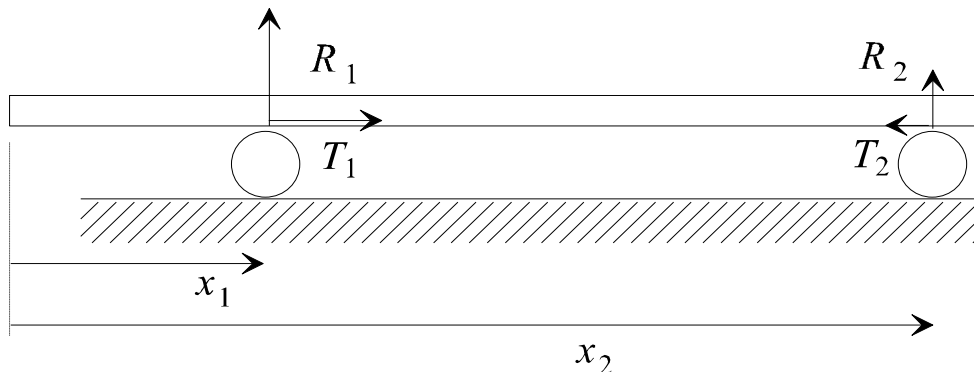
**Słowa kluczowe:** tarcie statyczne, kinetyczne, siła, nacisk, reakcja, moment, współczynnik, położenie, linijka, długopis, pomiar, niepewność, dokładność

**Zadanie doświadczalne – D2, zawody stopnia I części 2, 49 OF.**

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**

Linijkę kładziemy na dwóch długopisach w sposób pokazany na rys. 1. Notujemy położenie długopisu  $x_1$  i następnie przesuwamy długopis położony początkowo w odległości  $x_2$  dopóki 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.



Rys. 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

$$T_{1s} = R_1 f_s \quad \text{oraz} \quad T_{2k} = R_2 f_k.$$

W chwili gdy linijka poruszy się,

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

Po skorzystaniu z wyrażen na siły reakcji (2), związek (3) można zapisać w postaci:

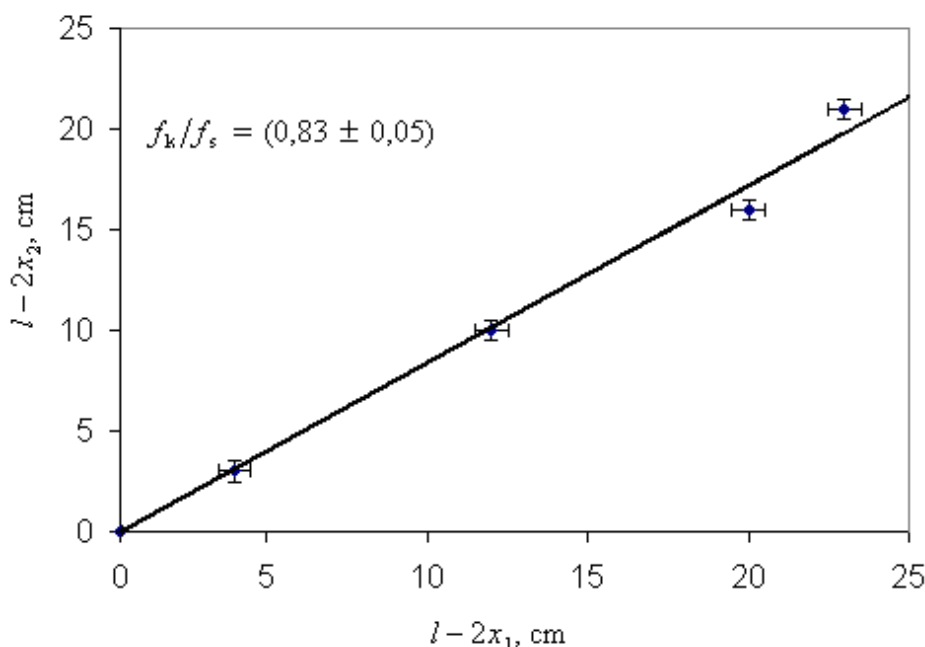
$$\frac{f_k}{f_s} = \frac{2x_2 - l}{l - 2x_1}, \quad (4)$$

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). Wyniki pomiarowe:

$l - 2x_1, \text{ cm}$	$l - 2x_2, \text{ cm}$
23	21
20	16
12	10
4	3



Z dopasowania prostej dostajemy  $f_k/f_s = (0,83 \pm 0,05)$ .

Aby uzyskać dobry wynik końcowy, należy wybrać do pomiarów gładką linijkę bez zarysowań. Należy ją też odłuścić przed pomiarem. Trzeba też kilka razy poćwiczyć, żeby nam wyniki ładne wyszły. Wykonanie kilku pomiarów dla różnych położen długopisu 1 znacznie podwyższa dokładność uzyskanego wyniku.