



XLIX OLIMPIADA FIZYCZNA

(1999/2000)

ZAWODY I STOPNIA CZEŚĆ DOŚWIADCZALNA

Zadanie doświadczalne — D

Nazwa Stosunek współczynników tarcia kinetycznego do statycznego.

Źródła Komitet Główny Olimpiady Fizycznej;

Andrzej Wysmołek, sekretarz naukowy ds. zad. dośw. KGOF, IFD UW;

50 lat olimpiad fizycznych. Wybrane zadania z rozwiązaniami

pod red. Janiszewski P. Mostowski J. PWN, Warszawa 2002;

T.M. Molenda, IF US, www.OF.szc.pl.

Zadanie D2 - XLIX OF, I stopień

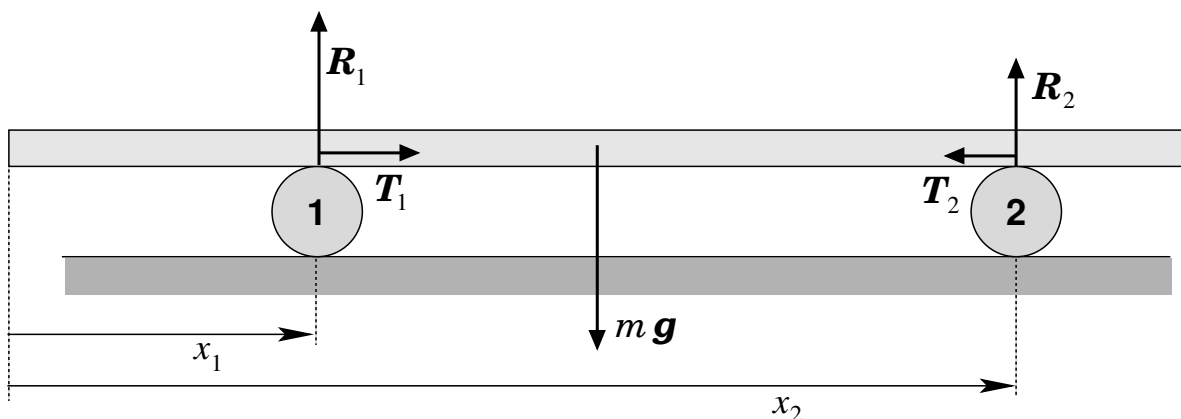
Masz do dyspozycji:

1. plastikową linijkę o długości co najmniej 30 cm,
2. dwa jednakowe, okrągłe 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 - XLIX OF, I stopień

Linijkę kładziemy na dwóch długopisach w sposób pokazany na rys. 1. Notujemy położenie x_1 długopisu 1, a następnie przemieszczamy długopis 2 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.



Rys. 1

Warunek równowagi sił oraz momentów sił (względem punktu związanego z długopisem 1) działających na linijkę można zapisać w postaci:

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

gdzie l oznacza długość linijki. Z rozwiązania tego układu równań dostajemy:

$$R_1 = \frac{mg}{2} \frac{2x_2 - l}{x_2 - x_1}, \quad R_2 = \frac{mg}{2} \frac{2x_2 - l}{x_2 - x_1}. \quad (2)$$

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

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

W chwili, gdy linijka poruszy się, zachodzi równość:

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

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

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

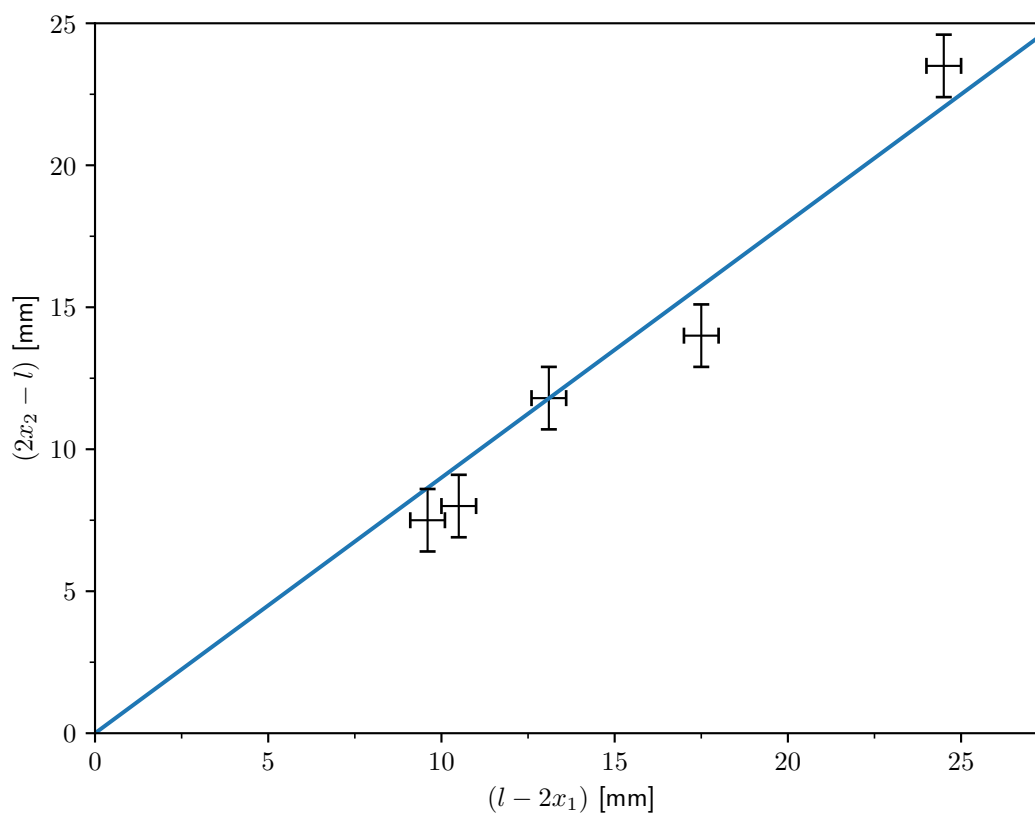
lub

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

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). Przykładowe wyniki pomiarów zależności $l - 2x_2$ od $l - 2x_1$ przedstawiono na rys. 2. Z dopasowania prostej otrzymujemy poszukiwaną wartość stosunku współczynników tarcia:

$$\frac{f_k}{f_s} = 0,85 \pm 0,05.$$



Rys. 2