

V3 – wyznaczenie ilorazu współczynnika tarcia kinetycznego i statycznego

I Pracownia Fizyczna, WFAIS UJ

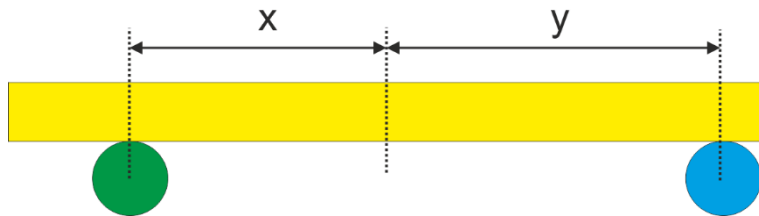
1 CEL ĆWICZENIA

Przy użyciu trzech prętów wyznaczyć iloraz współczynnika tarcia kinetycznego i statycznego.

2 PODSTAWOWE WIADOMOŚCI

Iloraz współczynników tarcia kinetycznego i statycznego można wyznaczyć „konstruując” układ przedstawiony na rysunku 1. Dwa jednakowe pręty („zielony” i „niebieski”) układamy na płaskim i równym podłożu. Trzeci pręt kładziemy na leżących na podłożu prętach, prostopadłe do nich. W takiej sytuacji wartości siły nacisku pręta „żółtego” na „zielony” F_Z oraz „żółtego” na „niebieski” F_N z uwagi na równowagę momentów sił spełniają zależność:

$$F_Z \cdot x = F_N \cdot y \quad (1)$$



Rysunek 1. Schemat ułożenia prętów w „konstrukcji” do badania ilorazu współczynnika tarcia kinetycznego i statycznego.

Jeśli zatem tak ustawimy pręty, by $y > x$ to $F_Z > F_N$. Jeżeli teraz trzymając pręt „zielony” zaczniemy poruszać pręt „niebieski” w kierunku „zielonego” (przesuwając po podłożu pręt „niebieski”) to pręt „żółty” będzie się „ślizgał” po powierzchni pręta „niebieskiego” jednocześnie pozostając nieruchomym względem pręta „zielonego” (Rysunek 2). W czasie ruchu pręta „niebieskiego” na pręt „żółty” poza siłami reakcji na nacisk skierowanymi pionowo będzie działała siła tarcia statycznego T_S w punkcie styku z pręt „zielonym” zwrócona „w prawo”. Ponadto w miejscu styku z pręt „niebieski” na pręt „żółty” działać będzie skierowana poziomo i zwrócona „w lewo” siła tarcia kinetycznego T_K . Generalnie współczynnik μ_K tarcia kinetycznego jest mniejszy od współczynnika μ_S tarcia statycznego. Ponieważ $y > x$ to uwzględniając powyżej przytoczoną zależność dla współczynników tarcia możemy wywnioskować, że siła tarcia kinetycznego działającego na pręt „żółty” będzie równoważona przez siłę tarcia statycznego. W trakcie przesuwania pręta „niebieskiego” pod nieruchomym pręt „żółty” zmniejszać się będzie odległość y pręta „niebieskiego” od środka pręta „żółtego”. W efekcie rosnąć będzie wartość siły F_N i malała będzie wartość siły F_Z , jako że ich suma jest stała i równa ciężarowi pręta żółtego. W efekcie rośnie będzie wartość siły tarcia kinetycznego T_K i malała będzie maksymalna możliwa wartość siły tarcia statycznego T_{Smax} .

Oczywiście pamiętać należy, że wartość siły tarcia statycznego T_S również będzie rosła, tak by zrównoważyć rosnącą siłę T_K .

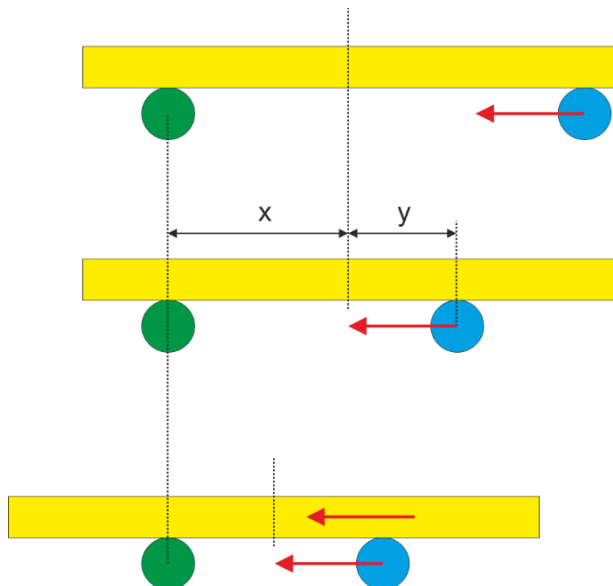
Sytuacja taka będzie miała miejsce tak długo, aż pręt „niebieski” przemieści się w takie położenie, przy którym wartość siły tarcia statycznego T_S zrówna się z T_{Smax} . W tym momencie – przy dalszym przesuwaniu pręta „niebieskiego” – pręt „żółty” zacznie się poruszać razem z prętem „niebieskim” ślizgając się po pręcie „zielonym”. Pomiar wartości x i y w momencie, w którym pręt „żółty” rusza, tj. przestaje się ślizgać na powierzchni pręta „niebieskiego”, a zaczyna poślizg po pręcie „zielonym” pozwala nam wyznaczyć iloraz współczynników tarcia kinetycznego i statycznego. Mamy bowiem:

$$T_S = T_{Smax} = \mu_S \cdot F_Z = \mu_K \cdot F_N = T_K \quad (2)$$

Stąd uwzględniając równanie (1) otrzymujemy:

$$y = \frac{\mu_K}{\mu_S} \cdot x \quad (3)$$

Mierząc zatem wartości x i y w momencie, gdy pręt „żółty” zaczyna się ślizgać po pręcie „zielonym” i jednocześnie uślizg między prętem „żółtym” i „niebieskim” możemy wyznaczyć wartość ilorazu współczynników tarcia.



Rysunek 2. Przebieg eksperymentu. Notujemy wartość x . Następnie przesuwamy pręt „niebieski”, w tym czasie pręty „zielony” i „żółty” pozostają nieruchome. W momencie, gdy pręt „żółty” rusza i ustaje poślizg między prętami „żółtym” i „niebieskim” zatrzymujemy ruch pręta „niebieskiego” i notujemy wartość y .

3 MOŻLIWY PRZEBIEG ĆWICZENIA

1. Przygotuj trzy pręty - przynajmniej dwa z nich, tj. „niebieski” i „zielony” muszą być jednakowe. Zaznacz środek pręta „żółtego”. Ustaw „konstrukcję” zgodnie z rysunkiem 2 i zaznacz położenie pręta „zielonego”. Dla przebiegu doświadczenia ważne jest, by w chwili początkowej $x < y$. W eksperymencie można wykorzystać np. pręty drewniane, w razie trudności ze znalezieniem odpowiednich doświadczenie można wykonać wykorzystując nawet kredki, ważne by miały przekrój kołowy.

2. Przesuwaj pręt „niebieski” tak długo, aż pręt „żółty” zacznie się przemieszczać i ustanie uślizg między prętem „żółtym” i „niebieskim”. Zanotuj położenie pręta „niebieskiego”.
3. Pomiary powtórz dla kilku różnych początkowych położzeń pręta „zielonego” (kilku różnych wartości x).

4 OPRACOWANIE DANYCH

W celu wyznaczenia ilorazu współczynnika tarcia kinetycznego i statycznego dla materiałów, z których zbudowane są pręty przedstaw na wykresie zależność $y(x)$. Wartość $\frac{\mu_K}{\mu_S}$ wyznacz metodą regresji liniowej.

5 FORMA SPRAWOZDANIA

Sprawozdanie przygotuj tylko w formie elektronicznej i wyślij do asystenta. Preferowany format to PDF.

W sprawozdaniu zamieść:

- 1) Zredukowane do absolutnego minimum „podstawy teoretyczne”, które zawierają tylko wiadomości niezbędne do analizy ćwiczenia, np. równania które bezpośrednio wykorzystujesz w analizie danych.
- 2) Zdjęcia Twojego „układu eksperymentalnego” (obowiązek!)
- 3) Opracowanie wyników i ich dyskusję.
- 4) Dodatkowo, prześlij asystentowi plik tekstowy lub arkusz kalkulacyjny z danymi (zmierzone dane przedstaw także w formie tabeli w sprawozdaniu).

UWAGA: W przygotowaniu sprawozdania może okazać się pomocny dokument „[Jak pisać sprawozdania z ćwiczeń wykonywanych na I Pracowni Fizycznej](#)”.

6 LITERATURA

[1] <http://fizyka.edu.pl/sila-tarcia/>

[2] <https://eszkola.pl/fizyka/tarcie-statyczne-i-tarcie-kinetyczne-3665.html>