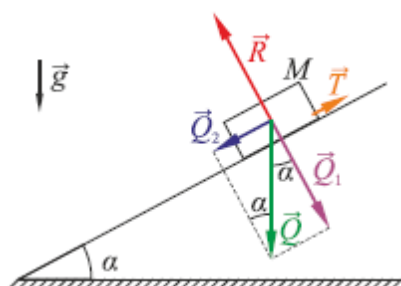


Wyznaczanie statycznego i kinetycznego współczynnika tarcia przy pomocy równi pochyłej.

Równia jest przykładem maszyny prostej. Jej konstrukcja składa się z płaskiej powierzchni nachylonej pod kątem α do poziomu. Za jej pomocą możliwe jest przemieszczenie ciała na wyższy poziom przy użyciu mniejszej siły niż wartość ciężaru, ponieważ część ciężaru jest równoważona przez siłę reakcji równi.



Siła wypadkowa działająca na ciało jest złożeniem ciężaru ($Q = mg$), reakcji równi (\mathbf{R}) i siły tarcia (\mathbf{T})

$$\mathbf{F}_w = \mathbf{Q} + \mathbf{R} + \mathbf{T}$$

Ciężar \mathbf{G} można rozłożyć na dwie składowe

$$\mathbf{Q} = \mathbf{Q}_1 + \mathbf{Q}_2$$

Pierwsza jest równoległa do równi i odpowiada za zsuwanie ciała z równi, druga jest prostopadła do równi i pełni rolę nacisku na nią. Wartości tych składowych można wyznaczyć na podstawie zależności trygonometrycznych zastosowanych z trójkącie zbudowanym z tych wektorów:

$$Q_1 = Q \sin \alpha,$$

$$Q_2 = Q \cos \alpha.$$

Pierwszej siłę równoważy siła sprężystości (reakcja) równi \mathbf{R} . Drugiej sile przeciwstawia się siłą tarcia \mathbf{T} .

Tarcie statyczne

W sytuacji statycznej, gdy ciało nie porusza się, siła tarcia ma kierunek i wartość siły wymuszającej ruch, jednak przeciwny zwrot, mówimy wtedy o tarcu statycznym. Wartość tarcia statycznego zależy od siły wymuszającej ruch i spełnia zależność

$$T_s \leq T_{s, \max} = f_s Q_1,$$

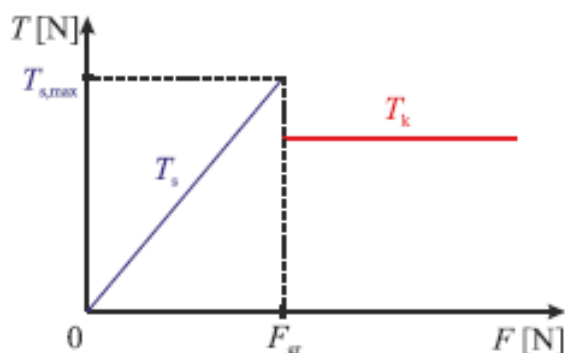
Gdzie f_s to współczynnik tarcia statycznego.

Gdy ciało porusza się, siła tarcia ma stałą wartość, kierunek prędkości i przeciwny doń zwrot, mówimy wtedy o tarcu kinetycznym:

$$T_k = f_k Q_1,$$

gdzie f_k to współczynnik tarcia kinetycznego.

Dla przypadku statycznego, wartość siły tarcia jest zależna od wartości siły usiłującej poruszyć ciało, a dla sytuacji kinetycznej przyjmuje on stałą wartość, niezależnie od wartości siły wymuszającej ruch. Wartość siły tarcia w zależności od siły wymuszającej ruch przedstawiono na wykresie 1.



Wykres 1 Wykres siły tarcia statycznego i kinetycznego w zależności od siły wymuszającej ruch.

Ciało zacznie się poruszać, gdy siła wymuszająca ruch będzie miała większą wartość niż maksymalna siła tarcia statycznego $T_{s, \max}$. Wartość współczynnika tarcia statycznego jest większa niż wartość współczynnika tarcia kinetycznego.

Wartość współczynnika tarcia statycznego można wyznaczyć z warunku równowagi sił

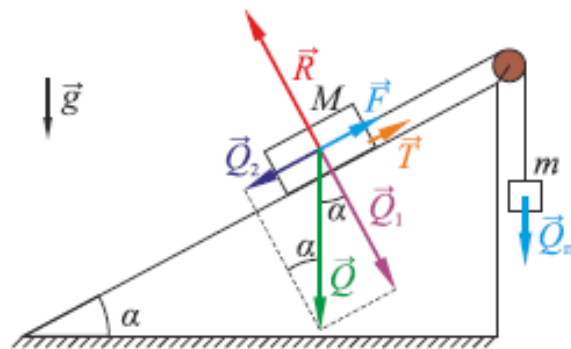
$$\vec{F}_w = \vec{Q}_2 + \vec{T} = 0$$

$$Mg \sin \alpha_0 = Mg f_s \cos \alpha_0$$

Wynika z tego, że jego wartość odpowiada tangensowi kąta, przy którym ciało zaczyna zsuwać się z równi

$$f_s = \operatorname{tg} \alpha_0.$$

Tarcie kinetyczne



Aby wyznaczyć wartość współczynnika tarcia kinetycznego določono przeciwwagę m przelożoną przez bloczek w celu spowolnienia ruchu klocka. Dodatkowo, potrzebna jest jeszcze znajomość przyspieszenia a z jakim porusza się ciało, ponieważ w tej sytuacji odbywał się będzie ruch jednostajnie przyspieszony, dzięki działaniu siły wypadkowej

$$\vec{F}_w = \vec{Q}_2 + \vec{T} + \vec{F}$$

$$F_w = Ma$$

gdzie siła \vec{F} jest siłą naciągu nici, pochodzącą od ciężaru ciała m . W przypadku nierozciągliwej nici i braku tarcia na bloczku siła \vec{F} ma wartość ciężaru \vec{Q}_m

$$\begin{aligned} Ma &= Q_2 - T - mg \\ &= Mg \sin \alpha - Mg f_k \cos \alpha - mg, \end{aligned}$$

stąd otrzymujemy

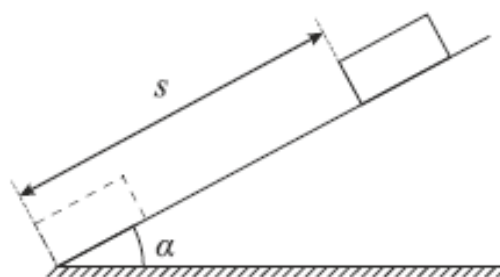
$$f_k = \frac{Mg \sin \alpha - Ma - mg}{Mg \cos \alpha}.$$

Przyspieszenie zsuwającego się ciała najłatwiej znaleźć znając długość równi s oraz czas t w jakim ciało zsuwa się

$$a = \frac{2s}{t^2}.$$

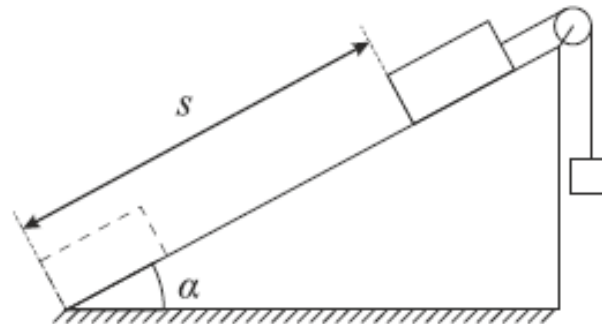
Przebieg ćwiczenia.

Wyznaczanie współczynnika tarcia statycznego



Ustawić płasko równie i założyć wybraną powierzchnię (gąbka, guma, polistyren, MDF – sprasowana tektura). Położyć drewniany klocek na wybranym boku (drewniany, bądź materiałowym) na końcu równi. Powoli unosić ramię równi wzdłuż prowadzącego pręta. Zanotować wartość kąta przy jakim klocek zaczyna się zsuwać z równi. Wynik zamieścić w tabeli i powtórzyć 10 razy.

Wyznaczanie współczynnika tarcia kinetycznego



Jak w poprzednim przypadku, założyć wybraną powierzchnię (gąbka, guma, polistyren, MDF – sprasowana tektura) na równię i ustawić ją pod kątem większym niż kąt graniczny (wyznaczony z poprzedniej części). Położyć drewniany klocek na wybranym boku (drewniany, bądź materiałowym) na końcu równi. Klocek połączyć za pomocą sznurka z ciężarkiem przewieszonym przez bloczek. Zaznaczyć miejsce początkowe ruchu klocka i zmierzyć tę odległość do końca równi (jak na rysunku poniżej). Za pomocą stopera zmierzyć czas zsuwania się klocka. Wynik zapisać w tabeli i powtórzyć pomiar 10 razy.