

VII OLIMPIADA FIZYCZNA (1957/1958). Stopień wstępny, zad. doświadczalne – D.

Źródło: Komitet Główny Olimpiady Fizycznej;
Kazimierz Rosiński: *Fizyka w Szkole* nr 1, 1958;
Stefan Czarnecki: *Olimpiady Fizyczne VII i VIII*. PZWS, Warszawa 1964.

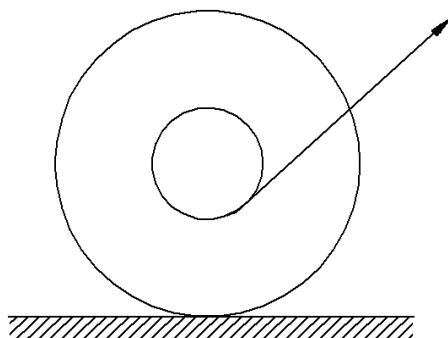
Nazwa zadania: Badanie ruchu szpulki.

Działy: Dynamika

Słowa kluczowe: siła, tarcie statyczne, kinetyczne, dynamiczne, współczynnik, nacisk, moment siły, ramię, promień, kąt, oś, obrót, poślizg, toczenie, szpulka

Zadanie doświadczalne – D, zawody stopnia wstępnego, VII OF.

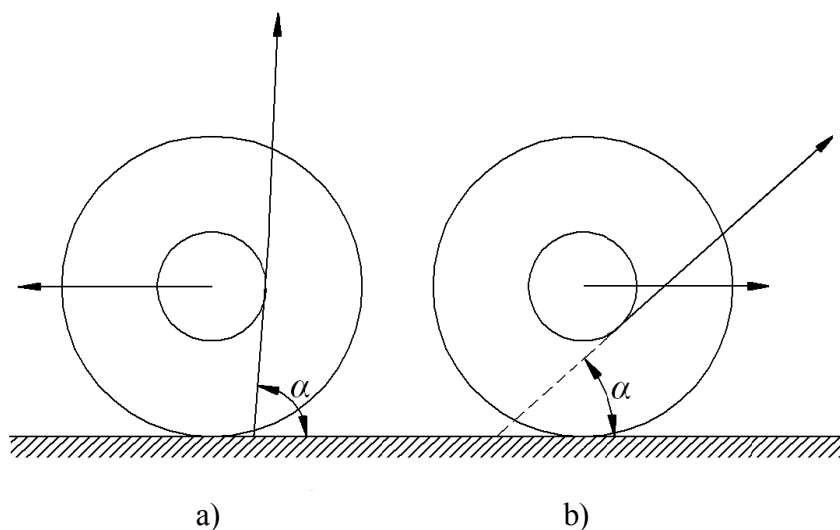
Weź szpulkę nici i zaobserwuj, jak wpływa na ruch szpulki kierunek napinającej nici (rys. 1). Wyjaśnij zaobserwowane zjawisko.



Rys. 1.

Rozwiązanie

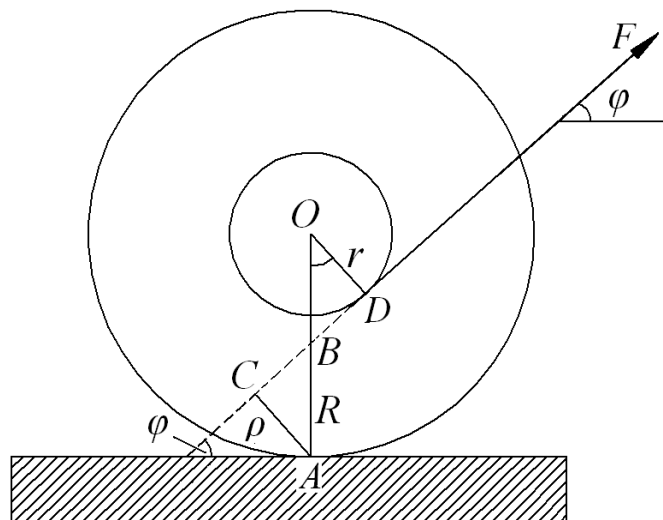
Obserwacja pozwala na następujący jakościowy opis ruchu szpulki. Gdy kierunek nici tworzy z poziomem kąt α dostatecznie duży, wtedy szpulka toczy się w kierunku od obserwatora i nic się z niej odwija (rys. 2a). Gdy kąt α jest dostatecznie mały, wtedy szpulka toczy się ku obserwatorowi, a nic się na nią nawija (rys. 2b).



Rys. 2.

Stwierdzamy dalej, że istnieje pewien graniczny kąt α , przy którym szpulka sunie się bez obrotu. Doświadczenie najłatwiej wykonać, gdy szpulka jest dostatecznie ciężka, a ciągniemy za nitkę z jak najmniejszą siłą. Zaobserwowane zjawisko nie trudno wyjaśnić rozpatrując znak momentu M siły F , z jaką ciągniemy nić względem punktu leżącego na prostej łączącej punkty zetknięcia się szpulki, np. ze stołem (tzw. chwilowa oś obrotu).

Niech r i R oznaczają mniejszy i większy promień szpulki (rys. 3).



Rys. 3.

Znajdziemy ramię ρ siły F . Z trójkąta OBD mamy

$$\overline{OB} = \frac{r}{\cos \varphi}, \quad \text{stad} \quad \overline{AB} = R - \frac{r}{\cos \varphi},$$

a dalej

$$\rho = \overline{AB} \cos \varphi = \left(R - \frac{r}{\cos \varphi} \right) \cos \varphi,$$

czyli ostatecznie

$$\rho = R \cos \varphi - r.$$

Ponieważ moment siły F jest równy iloczynowi tej siły przez jej ramię, zatem

$$M_F = (R \cos \varphi - r) F.$$

Przyjmując kierunek obrotu zgodny z ruchem wskazówek zegara za dodatni, możemy napisać

$$M_F < 0, \quad \text{gdy} \quad R \cos \varphi < r, \quad \text{czyli gdy} \quad \cos \varphi < \frac{r}{R},$$

$$M_F > 0, \quad \text{gdy} \quad R \cos \varphi > r, \quad \text{czyli gdy} \quad \cos \varphi > \frac{r}{R}.$$

Graniczny przypadek odpowiada równości

$$\cos \varphi = \frac{r}{R},$$

wtedy bowiem ramię ρ siły F znika i $M_F = 0$.

Znalezienie granicznego kąta φ nie przedstawia trudności. Wystarczy zmierzyć za pomocą suwmiarki promienie r i R .

Szpulka powinna być ciężka. Jest to zrozumiałe, gdyż ze wzrostem siły nacisku rośnie siła tarcia statycznego, co zabezpiecza szpulkę przed ślizganiem.