

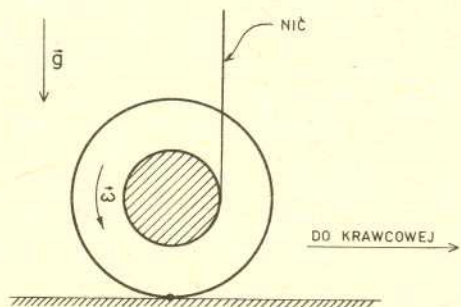
8

mała delta

Krawcowa i jej szpulka nici a fizyka

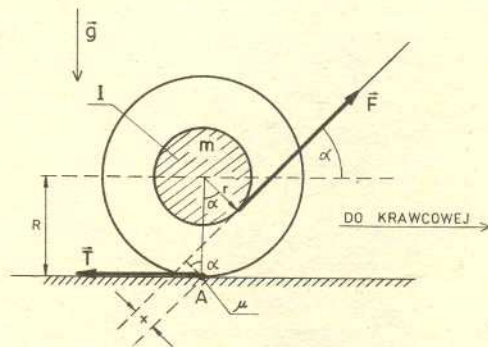
W każdym domu, gdzie ktokolwiek zna się cokolwiek na krawiectwie, obecne są szpulki nici. Te małe, ruchliwe przedmiociki potrafią płatać figle spieszącej się krawcowej. Jak? Choćby gdy spadną na podłogę i zaczną się toczyć. Toczyć od niej, do niej, albo w bok. Krawcowa w takiej sytuacji chce jak najszybciej „opanować” szpulkę i dalej pracować. Na ogół musi w tym celu wstać (bo szyje się najczęściej siedząc), podbiec do szpulki, chwycić ją i wrócić do pracy. Czy mogłaby ponownie wejść w posiadanie szpulki nie wstając? Jak?

Chcąc pomóc krawcowej spojrzymy na upuszczoną szpulkę oczyma fizyka.



Szпульka po upadku na podłogę. Zaznaczono kierunek obrotu wynikający z kierunku ustawienia nici (jeśli pociągnęlibyśmy za nią).

Gdy pociągnąć nitkę pionowo, szpulka odtoczy się dalej. Może więc pociągnąć nitkę nie pionowo, lecz pod jakimś mniejszym kątem do poziomu? Czy może to zmienić sytuację? Przyjrzyjmy się temu.



Gdy nitka jest nachylona, w opisie sytuacji przydaje się cały szereg wielkości fizycznych:

- | | |
|---|---|
| F – siła, z jaką ciągniemy, | T – siła tarcia, |
| r – promień wewnętrzny, | R – promień zewnętrzny, |
| m – masa szpulki, | I, I_A – moment bezwładności względem osi szpulki i względem punktu A , |
| μ – współczynnik tarcia, | g – przyspieszenie grawitacyjne, |
| α – kąt nachylenia nici do poziomu | |

Teraz obrót szpulki odbywa się względem chwilowej osi obrotu w punkcie A . Możemy też powiedzieć, że szpulka obraca się wokół osi i jednocześnie porusza się prostoliniowo.



Tradycyjnie oznaczmy przez ϵ i a przyspieszenia obu tych ruchów. Rozwiązując proste równania wiążące oba te ruchy (dla amatorów podajemy je dalej) dochodzimy do wyniku: szpulka będzie się toczyła ku krawcowej, gdy a i ϵ będą większe od zera, co można osiągnąć ciągnąc nitkę tak, by $r/R < \cos \alpha$. Oczywiście, gdy $r/R > \cos \alpha$, szpulka będzie uciekać, a gdy przypadkiem będzie $r/R = \cos \alpha$ – pozostanie na miejscu. Tak wynika z teorii, ale czy można to sprawdzić doświadczalnie?

Oto propozycja. Ponieważ zdobyć dzisiaj szpulkę z nićmi lub choćby po niciach jest bardzo trudno, proponuję zastosować opakowanie po *adhesive plaster* (popularny przyklepek produkcji chińskiej) i kawałek nitki. Pozwoli to otrzymać wyniki również dla pominiętego przypadku toczenia się szpulki w bok.

Mała Deltę przygotował Kazimierz MIKULSKI

A oto obiecane rachunki dla miłośników takich rzeczy.

Równania ruchu obrotowego względem punktu A : ramię siły tarcia i siły grawitacji wynosi zero, zatem równania ruchu względem chwilowej osi obrotu nie zawierają tych sił i mają postać

$$F_x = I_A \cdot \epsilon, \quad I_A = I + mR^2.$$

Równania ruchu obrotowego i postępowego względem osi szpulki mają postać

$$F \cos \alpha - T = ma, \quad -Fr + TR = I\epsilon;$$

w przypadku ruchu bez poślizgu mamy

$$a = \epsilon R, \quad T \leq \mu N = \mu(mg - F \sin \alpha).$$



Patrz w niebo

Jak daleko sięga Układ Słoneczny? Każdy zapewne odpowie, że kończy się na Plutonie – i będzie miał rację, pomimo że obecnie Pluton jest bliżej Słońca niż Neptun. Ostatecznie jednak orbita Plutona jest najobszerniejsza. No, ale, być może, dalej też obiegają Słońce jeszcze jakieś ciała? Tego nie wiemy, nie ma w tej chwili żadnych dowodów na istnienie jakiegoś „Transplutona”, aczkolwiek poszukiwania trwają. Chodzi jednak o to, czy bez względu na obecność lub nieobecność pozaplutonowych planet można jakoś sensownie określić fizyczną granicę Układu Słonecznego. Grawitacja się do tego, oczywiście, nie nadaje – przyciąganie Słońca przejawia się właściwie dowolnie daleko od niego, nigdzie się nie urywa.

Jest jednak taka granica, a przynajmniej astronomowie uważają, że być musi. Mianowicie przewidujemy, że istnieje ostra granica między ośrodkiem wokółsłonecznym a międzygwiazdowym.

Ośrodek wokółsłoneczny to nic innego jak wiatr słoneczny, czyli strumień cząstek (głównie protonów) emitowanych radialnie ze Słońca i rozbiegających się z prędkością kilkuset kilometrów na sekundę. Zarazem Słońce porusza się względem otaczających gwiazd, a więc i poprzez ośrodek międzygwiazdowy, z prędkością 20 km/s w kierunku gwiazdozbioru Herkulesa. Musi więc gdzieś dochodzić do zderzenia wiatru słonecznego z zewnętrznym „wiatrem międzygwiazdowym”. Na podstawie danych dotyczących tych dwóch ośrodków szacuje się, że ta granica tzw. heliosfery znajduje się około 90 j.a. od Słońca, zapewne plus minus kilka jednostek w zależności od natężenia aktywności Słońca.

Bliżej, bo w odległości około 50 j.a., powinna występować w wietrze słonecznym fala uderzeniowa, tzn. tam właśnie prędkość wiatru słonecznego z naddźwiękowej ma przechodzić raptownie w poddźwiękową. Jej znalezienie byłoby niecierpliwie oczekiwanym dowodem, że nasze przewidywania są słuszne. A niewykluczone, że rychło to się stanie. Ku fali uderzeniowej, w kierunku w przybliżeniu „pod wiatr” międzygwiazdowy, lecą trzy sondy: oba Voyagery i Pioneer 11 (Pioneer 10 leci akurat w stronę przeciwną, więc chyba nie ma co liczyć na sensacyjne informacje z jego pokładu) i, być może, niedługo nadeślą oczekiwane sygnały. Podobno Voyagery mają prawo działać jeszcze przez 25 lat, więc szansa bezpośredniego zaobserwowania przynajmniej fali uderzeniowej jest duża. A może sondy zdążą wydostać się nawet poza granicę heliosfery – dostalibyśmy wtedy autentyczne dane o ośrodku prawdziwie międzygwiazdowym, nie skażonym obecnością Słońca. A więc czekajmy cierpliwie.

dr Tomasz KWAST



Roswiązanie zadania F 287.

Woda w kieliszku ma menisk wypukły. Zakładając, że wysokość, na którą woda może wystawać ponad brzeg kieliszka, wynosi 1 mm, otrzymamy objętość „dodatkową” około 6400 mm³. Przyjmując rozmiary szpilki: długość – około 25 mm, grubość – 0,5 mm, otrzymujemy objętość szpilki w przybliżeniu 5 mm³. Razem z główką – nie więcej niż 5,5 mm³. Ten prosty rachunek pokazuje, że w kieliszku wypełnionym po brzegi zmieści się jeszcze około 1200 szpilek.