



Rusza się czy nie?

Każdą liczbę kulek ułożonych w przegródkach prostokątnego pudełka można przemieścić tak, aby żadna z nich nie znalazła się z powrotem w tej samej przegródce. No, żeby było ściśle, to każdą większą od 1. Możemy to zrobić na bardzo wiele sposobów; jeżeli to kogoś interesuje, to proszę, jest wzór dla n kulek:

$$n! \left(\frac{1}{2!} - \frac{1}{3!} + \frac{1}{4!} - \dots + \frac{1}{n!} \right).$$

Ale punktów prostokąta (takich jakby nieskończenie małych kulek) nie można już tak dokładnie przemieszczać: jeżeli tylko nie pozwolimy naszego prostokąta rozdzierać, to zawsze znajdzie się taki punkt, który padnie znów na siebie. To jest twierdzenie Brouwera, dowód jest trudny.

Gdy wyrzucimy z samolotu mapę kraju, nad którym przelatujemy, to pewien punkt mapy (i tylko jeden) upadnie na ten punkt w terenie, który właśnie przedstawia. To zupełnie jasne, a podobne twierdzenie jest prawdziwe i w bardzo abstrakcyjnych przestrzeniach i w „dużych” artykułach tego numeru Delty jest nazywane zasadą Banacha.

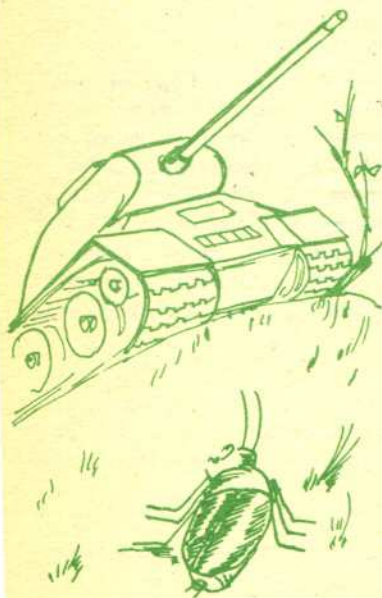
Każdy obrót płaszczyzny ma swój środek, a przestrzeni — oś. Zatem na obracającej się kuli są zawsze dwa punkty, które nie poruszają się. Oś obrotu możemy znaleźć nawet wówczas, gdy kula toczy się całkiem bezładnie. Wprawdzie może się ona też zmieniać, ale w każdym momencie czasu jakaś oś jest.

W najszybciej nawet pędzącym pociągu są punkty, które przez chwilę nie poruszają się. W każdym momencie prędkość tego punktu koła wagonu, który styka się z szyną, jest równa zero — za to górny koniec toczy się z podwójną prędkością. Nie wierzycie? A jakie są prędkości (względem ziemi, oczywiście) górnej i dolnej części gaśienicy jadącego czołgu? No tak, dolna część leży przez pewien czas nieruchomo, za to gdy staje się górną, musi nadrabiać zaległości i bieć dwa razy szybciej niż cały czołg. I tak jest dla każdej gaśienicy: długiej, krótkiej i takiej zupełnie, ale to zupełnie podobnej do koła też.

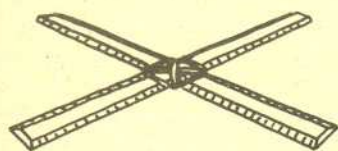
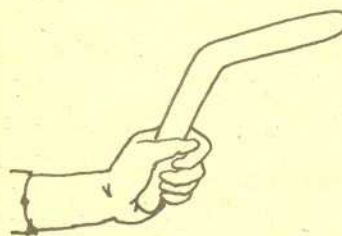
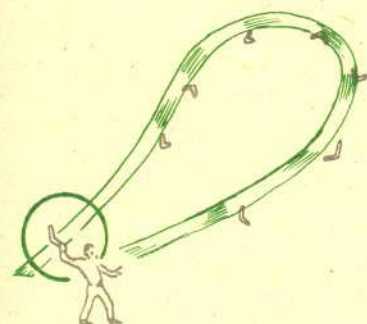
Zerową prędkość chwilową ma siatkarz „zawieszony” w wysoku nad siatką, skoczek do wody w szczytowym punkcie swego lotu (zdjęcie wyjdzie na pewno nie poruszone), a nawet planety na niebie zatrzymują się na moment. No, tak naprawdę to nie, ale tak to widzimy z Ziemi, a przecież ruch jest względny.

Gdy wracamy szosą z Zakopanego do Krakowa, tuż za Rdzawką pojawia się z prawej strony w dole Rabka. Po kilku minutach jazdy znów widzimy ją po prawej w dole, mniej więcej w tym samym miejscu za oknem. A nieopodal Wieliczki pociąg objeżdża górę ze stożkowym obeliskiem na szczycie i też zabawne jest obserwować, że obelisk przez dobrych kilka minut jest w tym samym miejscu za oknem.

Słyszeliście o satelitach stacjonarnych, prawda? To taki sputnik, który obiega Ziemię w 24 godziny, a że Ziemia też kręci się pod nim w tempie 1 obrót w 24 godziny, to widzimy go stale w tym samym punkcie nieba. Taki satelita musi koniecznie wisieć nad równikiem, a nigdy nad punktem poza nim. Wyobraźmy sobie, że ten satelita połączony jest drabinką sznurową z punktem, nad którym się stale znajduje. Po tej drabince wspina się człowiek. W którym punkcie zacznie nic nie ważyć? Bo „na dole” waży normalnie, a w satelicie już nic. A może będzie tracił wagę stopniowo? Czy jeżeli odwiążemy koniec drabinki przy satelicie, to spadnie ona na Ziemię, czy nie?



Bumerang



Upuszczony swobodnie latawiec spadnie na ziemię niczym kartka papieru. Jednak wystarczy ciągnąć go w kierunku poziomym za sznurek i latawiec wzbije się pięknie w górę. Podobnie i samolot wznosi się dzięki poziomemu napędowi śmigieł. Samolot stojący na lotnisku jest niczym więcej, jak tylko ciężką bryłą żelastwa. W obu wypadkach, na płaszczyźnie wznoszącego się latawca jak i na skrzydła lecącego samolotu, działa pewna siła skierowana do góry. Siła tego rodzaju pojawia się zawsze wtedy, gdy pewien dosyć płaski przedmiot porusza się względem powietrza (lub wody). Możemy ją łatwo zaobserwować wystawiając dłoń przez okno rozpędzonego pociągu i ustawiając pod kątem do kierunku ruchu. Przy pewnym kącie nachylenia ręka zacznie „fruwać”.

Zrobić latawiec to nic trudnego. Gorzej przedstawia się sprawa z samolotem. Przydałyby się choć same skrzydła. Połączone w odpowiedni sposób pod kątem nieco większym od prostego tworzą nic innego, jak zwykły bumerang australijski, który nie tylko pięknie lata, ale i potrafi wrócić do rzucającego.

Kto nie lubi majsterkowania, może zrobić bez trudu bumerang innego typu — czteroramienny. Potrzebne są do tego dwie linijki o wypukłej górnej i płaskiej dolnej powierzchni. Linijki łączymy na krzyż silną gumą albo śrubą z nakrętką i bumerang gotów. W żadnym wypadku nie należy używać linijek o metalowych krawędziach. Przekonacie się o tym obserwując, jak gwałtowny może być ruch bumerangu.

Bumerangiem najlepiej rzuca się przy bezwietrznej pogodzie. Gdy wieje słaby wiatr, należy ustawić się doń twarzą, obrócić się w prawo o 45° i rzucać w tym kierunku. Przy rzucie należy trzymać bumerang prawie pionowo za koniec jednego z ramion (dla bumerangu australijskiego płaską stroną od siebie), wziąć zamach zza głowy i rzucić ruchem wirowym w kierunku horyzontu. Nie należy rzucać zbyt mocno. Przy ruchu bumerangu najważniejsze jest bowiem owo wirowanie, a nie siła rzutu. Prawidłowe ustawienie płaszczyzny wirowania zależy od wiatru i rodzaju bumerangu. Czasem musi być ona prawie pionowa, a czasem trzeba ją odchylić od pionu aż o 45° . Przy zbyt silnym nachyleniu siła wznosząca bumerang staje się za duża, bumerang wznosi się zbyt stromo i następnie nurkuje w dół z takim impetem, że może się złamać przy uderzeniu o ziemię. Podczas prawidłowego lotu bumerang zatacza prawie poziome koło. Po powrocie przeważnie zawisa na moment w miejscu lub zatacza małą pętlę, po czym spada na ziemię. Ruch wirowy bumerangu zapewnia stabilność jego lotu. Z tego samego powodu wirujący bąk nie przewraca się, a na poruszającym się rowerze znacznie łatwiej utrzymać równowagę niż na stojącym w miejscu. Płaszczyzna wirowania za każdym razem wykazuje wyraźną niechęć do zmiany. Można ją oczywiście zmieniać „na siłę”, ale i wtedy skutki są raczej nieoczekiwane. I tak na przykład pochYLENIE kręcącego się bąka nie powoduje jego upadku, lecz ruch osi bąka po powierzchni stożka. Inne tego typu doświadczenia można przeprowadzać z kręcącym się szybko kołem rowerowym trzymanym za osie.

Podobne zjawiska, wywołane niejednakową siłą oporu powietrza oraz siłą wznoszenia działającą na różne ramiona bumerangu (szybkość ramion względem powietrza jest różna, a oprócz tego jedno ramie odbija powietrze w kierunku drugiego), powodują, że bumerang zatacza podczas lotu koło, zaś płaszczyzna jego wirowania z prawie pionowej staje się prawie poziomą. Jest to bardzo szczęśliwa okoliczność, gdyż pod koniec lotu ruch wirowy bumerangu jest już stosunkowo powolny i odpowiednio dużą siłą wznoszenia, dla utrzymania go w powietrzu, zapewnia właśnie poziome ustawienie płaszczyzny wirowania.

A dlaczego bumerangiem nie może być pojedyncza prosta linijka? Można to zrozumieć dzięki następującemu doświadczeniu. Książkę związaną mocnym sznurkiem rzucamy do góry. Książka w locie może wirować wokół jednej z trzech osi. Wirowanie wokół „skrajnych” osi jest stabilne, lecz przy wirowaniu dookoła „pośredniej” osi książka kiwa się na boki. Podobnie i bumerang w kształcie banana czy też krzyża wiruje stabilnie w płaszczyźnie wyznaczonej przez ramiona. Jednak w przypadku bumerangu prostego konkurują tu dwie prostopadłe płaszczyzny i bumerang kiwa się tracąc swą siłą wznoszenia. Widać to zresztą przy bumerangowym rzucie pojedynczą linijką.

Obserwując ruch różnych bumerangów przy różnych sposobach rzucania można zobaczyć wiele zadziwiających zjawisk. Należy jednak pamiętać, że niektóre bumerangi latają notorycznie źle i nie dają się naprawić przez zmianę profilu ramion. Wtedy trzeba zrobić drugi bumerang — może będzie lepszy.

Małą Deltę przygotowali: M. SZUREK i M. ŚWIĘCKI