mała delta

FIZYKA W CYRKU

CYRK „SALTO" PRZEDSTAWIA

Po uroczystym rozpoczęciu przedstawienia na arenę wbiegło pięciu akrobatów. Z wielką zręcznością wykonywali skoki i obroty w powietrzu odbijając się od deski. Na koniec jeden wskoczył na ramiona drugiego, kolejno dołączyli się następni i powstała imponująca piramida. Widownia oklaskuje każdy skok, ale najbardziej podziwia tego, który stoi na dole i dźwiga na swych barkach czterech kolegów.

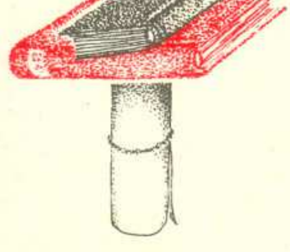
Konferansjer zapowiada teraz jeden z najtrudniejszych numerów. Oto nieustraszony Alberto przejdzie po linie rozpostartej wysoko nad ziemią. Milknie orkiestra, reflektory oświetlają linę, widownia jak zaklęta. Ukazuje się Alberto. Żeby uświetnić swój występ, artysta utrudnił sobie zadanie. W zębach trzyma pręt z zawieszonymi na nim dwoma wiadrami wody. Ze skupioną miną Alberto posuwa się wzdłuż liny. Jeszcze krok i ... udało się. Wielkie brawa!

Następny numer daje odprężenie widzom, chociaż jest nie mniej ciekawy. Na arenę wchodzą dwaj żonglerzy. Przynieśli ze sobą różne przedmioty i teraz rzucają je sobie nawzajem niezwykle zręcznie. Różne obręcze, talerze, kapelusze latają w powietrzu. Artyści chwytają je w locie jakby od niechcenia, ale ani jeden przedmiot nie upadł na ziemię. To budzi uznanie, ale zupełną zagadką jest, jak jeden z żonglerów potrafił sprawić, że kilka talerzy wisi praktycznie w powietrzu, lekko tylko wsparte są na laskach, które artysta trzyma w rękach.

Czas na następny mrożący krew w żyłach występ. Pomocnicy ustawiają pętlę śmierci. Roberto, najodważniejszy z odważnych przejedzie po tym torze na rowerze. Wszyscy są w niego wpatrzeni. Czy uda mu się zatoczyć okrąg? Czy nie spadnie ze szczytu koła głową do dołu? Na szczęście widzowie niepotrzebnie się obawiali. Dla Roberta nie ma nic niemożliwego. Oklaskom nie ma końca.

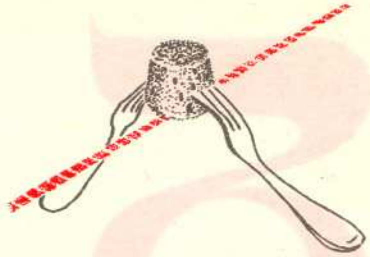
Wychodzimy z cyrku zachwyceni i pełni uznania dla artystów. Oczywiście zasługują na to, ich praca jest bardzo trudna i wymaga wielkich umiejętności. Czy tylko umiejętności? Chyba równie godna uznania jest ich znajomość praw fizyki i zastosowanie ich w praktyce. Spróbujmy ich naśladować. Żeby za dużo nie ryzykować doświadczenia przeprowadzimy na modelach.

SIŁACZ Z KARTKI PAPIERU

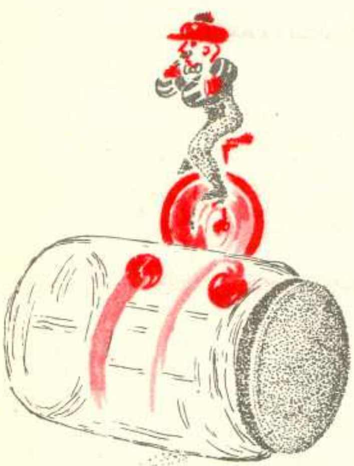


Weź zwykłą kartkę papieru, zwiń ją w rulonik i zwiąż nitką lub gumką. Nie spodziewasz się nawet, jaki ciężar może utrzymać taka papierowa kolumna. Możesz kłaść na niej ostrożnie książki i nie zawali się nawet pod sporą stertą. Kartka, którą tak łatwo jest zgnieść, zwinięta w rurkę jest odporna na działanie sporej nawet siły. Takie puste w środku rurki mają wielkie znaczenie praktyczne. Są lekkie i jednocześnie bardzo mocne. Z podobnych rurek, oczywiście metalowych robi się rusztowania (zajrzyjcie do podsumowania konkursu „Budujemy mosty"). A w przyrodzie? Dawniej kijki do nart czy maszty namiotów robiono z pałeczek bambusowych, a teraz robi się je z rurek stalowych lub duraluminiowych. Zresztą, nie trzeba tak daleko szukać. Pomyśl o swoich kościach, które są przykładem podobnej konstrukcji. Czy wiesz teraz, skąd się bierze ta zdumiewająca wytrzymałość akrobaty w cyrku?

KOREK LINOSKOCZEK



Co zrobić, żeby kawałek korka dał się łatwo położyć na poziomo zawieszonym sznurku, bez obawy, że upadnie? Jest na to łatwy sposób. Wbij w korek ukośnie dwa widelce, symetrycznie z dwóch stron. Kiedy położysz taki obciążony korek na sznurku, przekonasz się, że możesz popychać go jednym palcem wzdłuż sznurka nie troszcząc się o równowagę. Wiemy, że o stabilności układu decyduje położenie środka ciężkości. Widelce są dużo cięższe od korka, dzięki temu środek ciężkości korka z widelcami leży nisko, poniżej sznurka.
Z tym samym układem można zrobić coś jeszcze dziwniejszego: w korek obciążony widelcami wbij od dołu szpilkę i postaw taki układ na odwróconej dnem do góry butelce. Takie położenie też jest stabilne, nawet trudno jest ten układ przewrócić, tak pewnie trzyma się na swej jednej, cienkiej nóżce.



KIEDY JESTEŚMY ŻONGLERAMI?

Jeśli będąc w cyrku przyjrzałeś się z bliska przedmiotom rzucanym i chwytanym przez żonglerów i talerzowi, który nie spadał z czubka prawie poziomo trzymanej laski, to powinieneś zauważyć, że wszystkie te przedmioty są wprawione w szybki ruch wirowy. Wirujące przedmioty mają tendencję do zachowywania stale tego samego kierunku osi obrotu. Na wykorzystaniu tej własności ciał polega tajemnica powodzenia żonglerów. Jeśli krążek, który wyrzucamy w górę, wprawimy w ruch wirowy, będzie on stale tak samo nachylony do Ziemi, dzięki czemu łatwo go będzie złapać na laskę. Czy my też czasem nie wykorzystujemy tej cechy ciał wirujących, gdy jako małe dzieci bawimy się bąkiem?
Konstruktorzy samolotów wykorzystują wirujący bąk do automatycznego podtrzymywania kursu. Odpowiedni mechanizm śledzi odchylenia osi pojazdu od osi bąka i w razie potrzeby koryguje je.

PĘTLA ŚMIERCI

Pokonanie „pętli śmierci" jest również przykładem sztuki, której można dokonać tylko w szybkim ruchu. Nikt nie umiałby wisieć w powietrzu pod szczytem pętli, natomiast każdy bez trudu przejechałby pętlę, gdyby się uprzednio odpowiednio rozpędził. Sztuka ta wymaga jedynie trochę odwagi. Może umiałbyś zrobić taki diabelski tor dla samochodzików? Jeśli to jest zbyt trudne, możesz w inny sposób obserwować taki ruch ciała po pionowym okręgu. Weź duży słoik, wrzuć do niego parę koralików i potrząsając słoikiem trzymanym poziomo wpraw koraliki w szybki ruch wokół powierzchni słoika. Nawet, kiedy przestaniesz potrząsać słoikiem, koraliki wykonają parę „pętli śmierci", zanim zwolnią na tyle, że oderwą się od powierzchni słoika i spadną w dół.

ODLEGŁOŚĆ ODLEGŁOŚCI NIE RÓWNA!

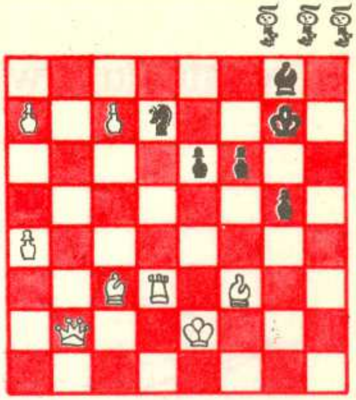
Zwyczajna odległość (taka mierzona w kilometrach, metrach... czasem, jak bywa na górskich wycieczkach, również w godzinach) jest pojęciem użytecznym, kiedy na przykład bardzo nam się spieszy, żeby obejrzeć w telewizji ciekawy program, ale mama każe przedtem wysłać list. Oceniamy wtedy, która ze znanych nam skrzynek pocztowych znajduje się najbliżej domu, prędko do niej biegniemy i równie szybko wracamy z powrotem.

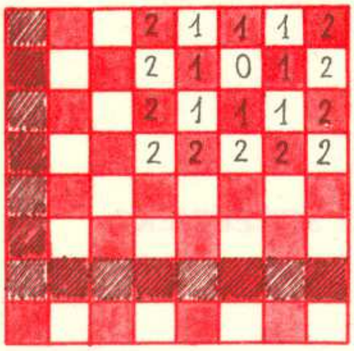
Czasem jednak bardziej potrzebne bywają inne odległości. Oto gramy w szachy i jesteśmy w sytuacji pokazanej na rysunku. Przeciwnik, który gra białymi, wybił nam bardzo dużo figur, chcemy więc jak najszybciej się odegrać. Nasz czarny konik aż się pali, żeby zbić jeden z białych pionków. Do którego z nich ma najbliżej? Jeśli znacie reguły gry w szachy, stwierdzicie, że najbliżej jest do tego, który stoi najdalej. Konik szachowy, lekceważąc sobie nasze przyzwyczajenia, odległość mierzy wyłącznie najmniejszą liczbą ruchów, które musi wykonać, żeby dostać się na upragnione pole. A matematyk nie ma nic przeciwko temu, dla niego każde określenie odległości jest dobre, jeżeli spełnia takie trzy warunki:

1) Odległość między dwoma punktami nie może być ujemna, przy czym o zero każdy z punktów jest odległy tylko od siebie samego.

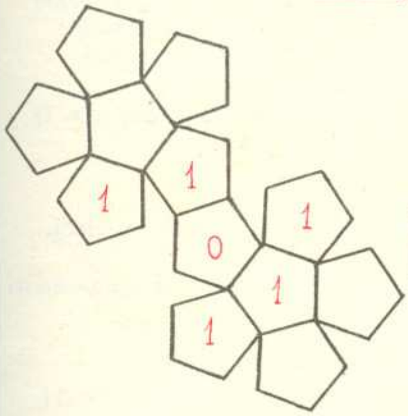
2) Odległość w jedną stronę jest zawsze taka sama jak odległość z powrotem.

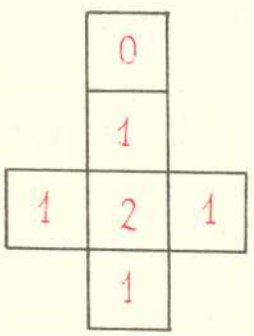
3) Odległość między dwoma punktami nie jest nigdy większa niż odległość między nimi mierzona „na raty" — przez jakiś punkt pośredni (nie skrócimy drogi ze szkoły do domu wstępując po drodze do kina).





Jedną z takich porządnych odległości, określoną dla pól szachownicy, jest ulubiona odległość króla szachowego. Jak wiecie (jeśli nie, spytajcie tatę albo kolegę), król może w jednym ruchu przesunąć się na każde z 8 pól sąsiednich. (Jeżeli stoi przy brzegu szachownicy, to pól sąsiednich jest oczywiście mniej.) Pole, na którym stoi król, oznaczyliśmy zerem (jest to odległość tego pola od siebie samego). Pola, do którego król może dojść w jednym ruchu, oznaczymy pisząc tam jedynki. Podobnie, wpiszemy dwójki tam, dokąd król może zajść w dwóch ruchach (ale nie może zajść w mniejszej ilości ruchów: w jednym, czy też nie ruszając się wcale) i tak dalej. Na rysunku zakreskowane są wszystkie pola oddalone od króla o 5 — matematycy nazwaliby zbiór tych pól sferą o promieniu 5 (środek jest tam, gdzie napisaliśmy zero). Dziwacznym językiem posługują się ci matematycy — czasem może się jednak taki język przydać.





Pobawmy się teraz w podobny sposób na sześcianie (rysunek przedstawia siatkę sześcianu). Zaczynamy od zera, wpisujemy jedynki i okazuje się, że tylko na jednym polu możemy wpisać dwójkę — odkrywając przy okazji ścianę przeciwległą do ściany zerowej.

Wielka mi sztuka — pewno powiecie — znaleźć ścianę przeciwległą moglibyśmy i bez tego. Broniąc swojej metody dam Wam inne zadanie: znajdźcie ścianę przeciwległą do każdej ściany dwunastościanu foremnego i pomalujcie na narysowanej jego siatce pary ścian przeciwległych (każdą parę innym kolorem).

A oto inne zadania.

1. Poszukajcie pary przeciwległych krawędzi sześcianu i dwunastościanu foremnego. Do rozwiązania dobrze jest tu posłużyć się pewną odległością. Jaką? Pomyślcie sami.

2. W jednym kroku z danej liczby można przejść albo do liczby o 10 większej, albo do liczby o 10 mniejszej (jeżeli nie okaże się ona ujemna), albo do liczby dwa razy większej, albo, jeśli nasza liczba jest parzysta, do liczby dwa razy mniejszej. Jaka jest odległość, mierzona liczbą koniecznych do wykonania kroków, między liczbą 3 a liczbą 7, przy tak określonej odległości? Przykładowo, od liczby 1 do liczby 3 można przejść po takiej drodze: 1, 2, 12, 6, 3. Droga ta składa się z 4 kroków, a więc odległość 1 od 3 jest nie większa niż 4. Czy istnieje droga krótsza? Czy da się od liczby 1 dojść do każdej innej liczby? Do jakich się nie da? Czy potraficie uzasadnić odpowiedź?

3. Wprowadzamy następujący sposób mierzenia odległości między liczbami całkowitymi. Odejmujemy mniejszą z nich od większej (jeśli są różne) i mnożymy tyle dwójek przez siebie, ile wyniósł wynik. (Odległość liczby od siebie samej określamy jako zero). Na przykład, odległość między 7 a 4 obliczamy tak:

$$7-4=3 \qquad \underbrace{2\cdot 2\cdot 2}_{3\ \text{razy}}=8$$

Sprawdźcie, że nie jest to odległość, która ucieszy matematyka: 7 jest odległe od 4 o 8, natomiast suma odległości między 7 a 5 oraz między 5 a 4 jest od 8 mniejsza (ile wynosi?).

„Małą Deltę" opracowali Przemysław Nowicki i Daria Ziemińska.