

Drobiazgi

W listopadzie 1980 r. amerykańska sonda kosmiczna Voyager 1 przeleciała w pobliżu Saturna. Wykonana po blisko dziesięciu latach analiza sygnałów radiowych wysłanych przez Voyagera pozwoliła uzyskać kolejne potwierdzenie przewidywań ogólnej teorii względności. Sonda wyposażona była w specjalny nadajnik o częstotliwości około $2,3 \cdot 10^9$ Hz, mogącej zmieniać się zaledwie o 5 części na 10^{12} . Natomiast zmierzona częstotliwość sygnałów odbieranych na Ziemi zmniejszała się w miarę jak Voyager 1 zbliżał się do Saturna, osiągnęła minimum 12 listopada 1980 r. – w dniu największego zbliżenia, po czym znów zaczęła wzrastać. Efekt był niezwykle mały – częstotliwość spadała zaledwie o kilka hertzów. Ale dokładnie tyle przewiduje ogólna teoria względności, w myśl której fale radiowe tracą nieco swojej energii na wydobycie się z silnego pola grawitacyjnego i w rezultacie ich częstotliwość ulega zmniejszeniu. Zjawisko to nosi nazwę grawitacyjnego przesunięcia ku czerwieni.

Niektóre sposoby oszczędzania energii mogą być niesłychanie proste. Gdyby w samych tylko Stanach Zjednoczonych wszyscy kierowcy napompowali opony swoich samochodów do największego dopuszczalnego ciśnienia, to codziennie zużycie paliwa spadłoby o około 100 000 baryłek (tj. $\sim 1,5 \times 10^7$ l) ropy!

Wiek XVII to data narodzin konkurencyjnej (przynajmniej wówczas) do uniwersytetów organizacji uczonych – Akademii Nauk. Rzecz ciekawa, że właściwie tylko w Anglii nową organizację współtworzyli profesorowie uniwersytetów – na kontynencie byli to prawie wyłącznie ludzie „z zewnątrz”, często oficerowie. Ale nawet w Anglii Barrow, Wallis, Boyle, Hooke, Halley, Newton zaczątek późniejszego *Royal Society* organizowali tajnie – było to tzw. Niewidzialne Kolegium.

Suwając po dwóch prostych skośnych trzecią prostą w ten sposób, by była równoległa stale do tej samej płaszczyzny otrzymamy siodło takie, jak do jazdy konnej. Jeśli masz siodło pod ręką, sprawdź, że w każdym miejscu można tak na nim położyć patyczek, by cały go dotykał.

Na kartce papieru rozmieść dowolnie pewną liczbę odcinków, dbając jedynie o to, by stykały się one tylko końcami. Twój obrazek składa się z kilku spójnych kawałków, z których każdy wycina z płaszczyzny pewną liczbę obszarów. Oznaczamy:

K = liczba narysowanych odcinków, $K = 13, W = 15, O = 2, S = 2$

W = liczba węzłów (punkty styku i wolne końce odcinków)

O = liczba wyciętych obszarów,

S = liczba części obrazka.

Niezależnie od tego, co narysowałeś, zawsze otrzymasz $W + O = K + S$.

Dlaczego? Odpowiedź nie jest trudna. Powyższa obserwacja prowadzi do odkrycia nowych, głębokich własności geometrycznych.



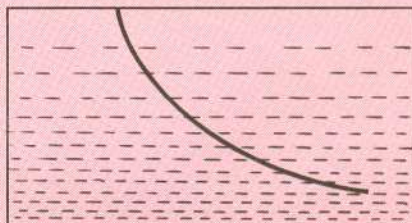
jak się okazało, ani odcinek prostej, ani dużo „lepszy” od niego łuk okręgu.



Rys. 18

Tylko paru matematykom udało się znaleźć brachistochronę. Pierwszym z nich był Jan Bernoulli (1667–1748). Rozwiązanie zaskoczyło wszystkich: jedyną krzywą będącą brachistochroną okazała się znów cycykloida.

Jan Bernoulli do rozwiązania problemu wykorzystał własności promienia świetlnego przechodzącego od jednego punktu do drugiego przez ośrodek o zmieniającej się gęstości. Promień ten, oczywiście, wybiera taką drogę, której przebycie zajmie mu najmniej czasu. Dlatego brachistochronę można też interpretować jako drogę promienia świetlnego w ośrodku o gęstości zwiększającej się w sposób regularny.



Rys. 19

Po odkryciu tych wszystkich własności, w XVII i XVIII wieku cycykloida stała się tak popularna, że wzmianki o niej zaczęły się pojawiać nawet w literaturze pięknej (m.in. *Podróże Guliwera* Jonathana Swifta, *Życie i myśli JW Pana Tristrama Shandy* Laurence’a Sterne’a).

Tymczasem dalsze badania wciąż ujawniały kolejne różnorodne własności cycykloidy i ich zastosowania. Do dziś cycykloida i jej odmiany spotykane są często w rozmaitych zagadnieniach matematyki, fizyki i techniki. Cycykloida skrócona jest, na przykład, kształtem przekroju fali w dostatecznie głębokim zbiorniku cieczy.



Rys. 20