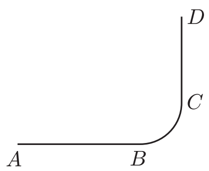
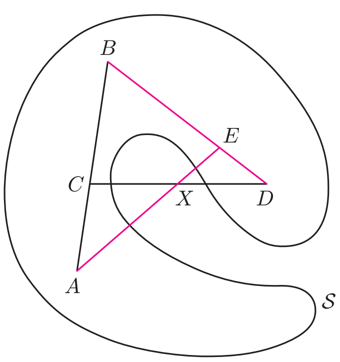


Rys. 5

odpowiada w najniższym punkcie kołowej pętli przeciążeniu 6g. Takie przeciążenia potrafią, nie bez szkody dla zdrowia, znosić jedynie kosmonauci i piloci samolotów bojowych, potrafiący specjalnymi ćwiczeniami przeciwdziałać „ściąganiu” krwi w dolne partie ciała. Nic więc dziwnego, że pętle w prawdziwych kolejkach górskich nie mają kształtu kołowego, a raczej „łezkowaty”, taki, że promień okręgu przybliżającego tor ruchu jest bardzo duży u podstawy pętli i zmniejsza się ku jej wierzchołkowi, po czym znowu rośnie. W praktyce tor składa się ze sklejonych ze sobą dwóch spiral Eulera (zwanych też spiralami Cornu lub *klotoidami*). Odcinki klotoid występują także często w przebiegu torów kolejowych i tramwajowych z następującego powodu. Wyobraźmy sobie wagon poruszający się ze stałą prędkością najpierw po prostym odcinku AB, potem po odcinku okręgu BC, a następnie znowu po prostym odcinku CD. Między punktami A i B na wagon nie działają żadne siły, w punkcie B pojawia się znienacka i gwałtownie siła dośrodkowa, która równie nagle znika w punkcie C. Nagłe pojawienie się i zniknięcie siły dośrodkowej działającej na wagon będzie odczuwane przez pasażerów jako nagłe pojawienie się i zniknięcie siły bezwładności (odśrodkowej) działającej na ich ciała i rzucającej ich na boki wagonu. Nietrudno wyobrazić sobie, że stopniowe narastanie, a potem zanikanie siły zmieniającej kierunek wagonu spowoduje, iż podróż jego pasażerów będzie znacznie przyjemniejsza. Krzywizna klotoidy jest z definicji proporcjonalna do jej długości liczonej od ustalonego punktu.

Rozwiązanie zadania M 1265.
Przypuśćmy, że punkty $A, B \in \mathcal{S}$ są punktami widokowymi oraz niech C będzie punktem odcinka AB, który nie jest widokowy. Wówczas istnieje taki punkt $D \in \mathcal{S}$ oraz taki punkt X należący do odcinka CD, że $X \notin \mathcal{S}$.



Niech E będzie punktem przecięcia prostej AX i odcinka BD. Ponieważ punkt B jest widokowy, więc punkt E należy do zbioru $\mathcal{S}$. Z kolei punkt A jest widokowy, więc każdy punkt odcinka AE, w szczególności punkt X, należy do zbioru $\mathcal{S}$. Otrzymaliśmy sprzeczność, która dowodzi, że punkt C jest widokowy.

Na szczycie pętli jednej z pań zsunął się z palca pierścionek. Odruchowo wyciągnęła rękę ku ziemi, aby uchwycić zgubę, tymczasem klejnot poszybował w stronę jej stóp, mimo że scena rozgrywała się do góry nogami.

Sprzeczne z intuicją? Za to całkowicie zgodne z bilansem sił. Na szczycie pętli na upuszczony pierścionek działa jedynie siła grawitacji, a na jego byłą właścicielkę suma skierowanych w tę samą stronę siły grawitacji i siły reakcji fotela (brak tej ostatniej oznaczałby, że owa pani wypadła z fotela), a zatem była właścicielka pierścionka porusza się w dół z tą samą co pierścionek zerową prędkością początkową, ale, na mocy drugiej zasady dynamiki Newtona, z większym przyspieszeniem. Innymi słowy, gdyby nie dodatkowa, skierowana w dół siła reakcji fotela, pierścionek i jego właścicielka lecieliby w dół z tą samą prędkością i przyspieszeniem, tak jak legendarne odważniki Galileusza na szczycie krzywej wieży w Pizie.

Tymczasem wagonik po wykonaniu jeszcze kilku efektownych ewolucji wraca do punktu wyjścia, gdzie elektromagnetyczne hamulce osadzają go w miejscu. Pasażerowie wysiadają – z błyszczącymi z emocji oczami, niektórzy na miękkich nogach. Chyba nikt nie myślał o zasadach dynamiki i bilansach sił.

Konkurs zadań astronomicznych

Rozwiązania zadań z numeru 11/2009

A 21. Refrakcja według wzoru wynosi $4'$, zatem uwolniona od refrakcji wysokość dolnej krawędzi tarczy Słońca wynosi $h_0 = 13°24'$. W sytuacji z zadania zachodzi $\varphi = 90° - \delta + h_0 + r$, skąd $\varphi = 83°16'$.

A 22. Aktualna odległość gwiazdy to $r = 1/p = 1{,}835$ pc $= 5{,}5 \cdot 10^{13}$ km. Styczna do sfery niebieskiej składowa prędkości gwiazdy wynosi $v_t = 87{,}5$ km/s, wobec czego pełna prędkość wynosi $v = \sqrt{v_t^2 + v_r^2} = 140{,}5$ km/s. Trójkąt rozpięty na wektorach odpowiadających v_r i v jest podobny do trójkąta o wierzchołkach: Słońce, gwiazda i jej punkt przysłoneczny. Zachodzi więc $r_{\min}/r = v_t/v$, skąd $r_{\min} = 1{,}143$ pc. Droga, jaką musi przebyć gwiazda do punktu przysłonecznego, to $\sqrt{r^2 - r_{\min}^2} = 1{,}435$ pc, na co z prędkością v potrzeba w przybliżeniu 9730 lat.