

Wahadło Foucaulta jest corocznie demonstrowane podczas wrześniowego Festiwalu Nauki na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego.

Oderwijmy się na chwilę od Ziemi i spojrzymy na jeżdżące samochody z góry. Na rondzie, na przykład na skrzyżowaniu Marszałkowskiej i Alej Jerozolimskich w Warszawie czy na Place de l'Etoile w Paryżu, byle nie było to w Wielkiej Brytanii ani Japonii, samochody poruszają się w stronę przeciwną do wskazówek zegara. To prawo o ruchu drogowym.

Z podobnej perspektywy można zaobserwować konsekwencję układu wiatrów – w cyklonie powietrze porusza się na ogół przeciwnie do wskazówek zegara, o ile cyklon ten wystartował na półkuli północnej. Cyklon powstaje, gdy w jakimś miejscu występuje silny lokalny niż baryczny, tam zbiegają się wiatry, niosąc powietrze z okolic mających wyższe ciśnienie. To prawo meteorologiczne Buys-Ballota.

W roku 1850 Jean Bernard Foucault udowodnił, za pomocą słynnego wahadła, że Ziemia się obraca względem własnej osi. Miało ono 67 m długości, wisiało w paryskim Panteonie. W Polsce widziałem podobne w zamkowej wieży we Fromborku, chyba o wiele krótsze, ale wystarczająco długie, by można było obserwować to, na co zwrócił uwagę Foucault. Śledząc je nie dłużej niż kwadrans, zobaczymy, że płaszczyzna wahań obraca się wobec oznaczonych kierunków nieruchomych względem powierzchni Ziemi.

Kąpiące się w wannie dzieci bardzo lubią patrzeć na „lejek”, jaki pojawia się przy wypuszczaniu wody. Jeżeli wyciągniemy korek, nie zaburzając ruchu wody, „lejek” na ogół będzie się obracał w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara. Doświadczenie jest proste i każdy je może za chwilę powtórzyć. Jednak trzeba zapewnić minimum wiarygodności. Przeciętny zlewozmywak jest z natury niesymetryczny i ukształtowanie blachy może z nadto wpływać na ruch wody. Przeciętna wanna jest wystarczająco symetryczna. A więc nąpuszczamy wodę, wyciągamy korek i patrzymy. Jeśli teraz ręką zamieszamy wodę nad otworem odpływowym w kierunku wskazówek zegara, woda będzie posłuszna i utrzyma ten skręt. Jeśli po wyciągnięciu korka nie będziemy ingerować, kierunek obrotu „lejka” zdecyduje się sam i będzie taki, jak w cyklonie.

Od kilku lat chodząc po mieście, oglądając architekturę, albumy artystyczne, fotografie obiektów naturalnych i sztucznych, chodząc wśród roślin, krzewów, drzew w Warszawie i poza nią, wyszukuję regularności związane z geometrią. Tak przyglądając się również pniom, zaobserwowałem, i to bardzo szybko, dzięki starym bzm, że jakaś siła skręca rośliny (a spotyka to też najzwyczajsze kasztanowce). Na innych pniach w mieście trudno to zobaczyć, ale można – nawet w centrum Warszawy. Trzeba jednak uważnie patrzeć. Być może jednym z impulsów do takich obserwacji była wspaniała książka H. Weyla *Symetria*, w której sporo jest interesujących przykładów geometrii w przyrodzie i sztuce. Weyl pisze między innymi, że zwrot skręcenia muszli ślimaka jest uwarunkowany genetycznie, podobnie jak wewnętrzna budowa ciała człowieka, choć od tego bywają odstępstwa. Czasem rodzi się człowiek mający serce po prawej stronie. Weyl wspomina o filotaksji, ale, niestety, nie o skręcaniu drzew.

Od początku dziwił mnie kierunek skrętu. Nauczony w szkole o tropizmach, zwłaszcza o fototropizmie, wnioskowałem, że te bzy powinny się skręcać za Słońcem, czyli zgodnie ze wskazówkami zegara, a one tymczasem – na odwrót. Przez parę lat podczas wakacji w Tatrach oglądałem każdą stertę ściętych i odkorowanych pni różnych drzew. Ciągle ten sam kierunek skrętu. Wiedziałem już, że to regularność. Nie spotkałem przeciwnego skrętu (nie twierdę, że nie istnieje!). Wyjaśnienie odkładałem do spotkania z jakimś dendrologiem.

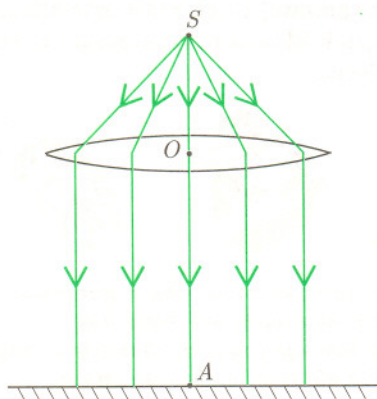
W *Delcie* nr 1/1998 czytam, że zjawisko, które sam zaobserwowałem, patrząc na pnie w Warszawie, a potwierdziłem będąc w Tatrach, nie zachodzi w Polsce. Nieco mnie to zbulwersowało i każdego spotkanego zameczałem: ktoś to widział w Laponii, a tu w Polsce nie...

Wreszcie spotkałem się z kolegą (też matematykiem), który szepnął – a może to Coriolis... Jeżeli ta hipoteza jest prawdziwa, to – być może – w Laponii skręt pni jest silniejszy. Jak to wygląda w Australii? Czy są jakieś skręty na równiku?



Rozwiązanie zadania F 522.

Źródło znajduje się w ognisku soczewki, a więc oświetlenie w punkcie *A* leżącym pod źródłem jest równe oświetleniu soczewki w punkcie *O* (pomijamy pochłanianie i odbicie światła przez soczewkę).



Ogniskowa soczewki wynosi $f = (\text{zdolność skupiająca})^{-1} = 1 \text{ m}$. Stąd mamy, że oświetlenie w punkcie *O* jest równe

$$E_O = \frac{I}{f^2} = 100 \text{ luksów,}$$

a więc oświetlenie w punkcie *A* wynosi $E_A = E_O = 100 \text{ luksów.}$



Fotografia wykonana w Polsce (Jan Baranowski, wyżej) i w Australii (Ludwika Amber, niżej).



Siła Coriolisa wynikająca z bezwładności ciała obracającego się wraz z układem działa tylko wtedy, gdy jest „dopuszczona do głosu” przez inne, na ogół większe siły, kiedy gra rolę „języczka u wagi” wobec znoszących się innych sił. Jest na pewno odpowiedzialna za skręt cyklonu, wiru oceanicznego, wahadła Foucaulta, za lejek w wannie, za to, że rzeki naszej półkuli podmywają chętniej lewy brzeg. Czy jest tak ze skrętem drzew? Na pewno nie jest odpowiedzialna za ruch samochodów na rondzie.

Przeciwny skręt niż cyklon ma antycyklon powstający w miejscu, gdzie wystąpił silny wyż baryczny. Tutaj główny kierunek ruchu powietrza jest od środka na zewnątrz i tak samo działa siła Coriolisa. Różnie bywa z trąbami powietrznymi w Ameryce nazywanymi tornado; nie całkiem wiadomo, jak one powstają, mają raczej związek z różnicami temperatur niż ciśnień, niewątpliwie mają charakter bardziej lokalny i krótkotrwały niż cyklony. Podobno trąby na ogół kręcą się zgodnie ze wskazówkami zegara.

Wszystkie wspomniane przeze mnie uznane przykłady ingerencji siły Coriolisa dotyczą mas (powietrza, wody, ciężarka wahadła) poruszających się względem wirującej Ziemi. Drzewa stoją.

Hipoteza z siłą Coriolisa, choć pociągająca, padła.

Indagowani biolodzy obiecywali znaleźć wyjaśnienie, ktoś próbował nawet wytłumaczyć to zjawisko, jednak w swej argumentacji nieco się zapętlił... Nie mam jeszcze zamiaru zostawić biologów w spokoju!

Po pięciu miesiącach natrętnego wypytywania biologów i fizyków umówiłem się na bardzo ważne spotkanie. Do Warszawy przyjechała polska poetka mieszkająca w Australii, Ludwika Amber. Lubi obserwować przyrodę i ją fotografować. Też zauważyła skręcające się pnie. Opowiada, że większość tamtejszych drzew ma cieką łuszczącą się korę, która schodzi z pnia rozszczepiając się na włókna. Tworzy czasem efektowne firany zwisające z gałęzi.

Położyliśmy obok siebie dwa zdjęcia: warszawskiego kasztanowca i drzewa z australijskiego buszu. Skręcone są w tę samą stronę. Nie da się więc podtrzymać żadnej hipotezy wiążącej to zjawisko z ruchem obrotowym Ziemi.

P.S. Nie znam odpowiedzi na pytanie: czy zamieszana w szklance herbata zgodnie ze wskazówkami zegara będzie się krócej poruszać niż herbata zamieszana tak samo, ale przeciwnie do wskazówek zegara?

Inne pytanie: w którą stronę poruszałyby się wskazówki zegara, gdyby ten wynalazek powstał w Australii?

I jeszcze jedno: znalazłem ostatnio w Warszawie kilka drzew o przeciwnym skręcie, ale jestem pewien, że stanowią wyjątki.