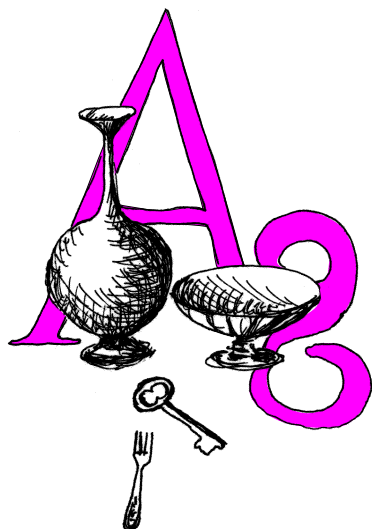


Wir w zlewie, czyli o pozornych efektach pozornej siły

Ewa CZUCHRY



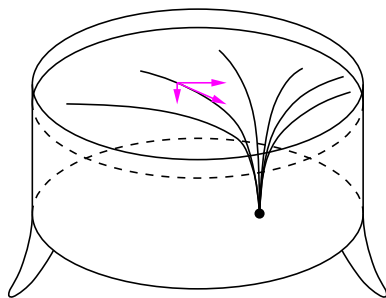
W latach sześćdziesiątych w laboratorium MIT w Bostonie (42°N) wykonano następujące doświadczenie (*Nature* 1962, 196, (4859), 1080–1081), polegające na praktycznym zrealizowaniu dobrze ugruntowanego teoretycznie faktu, że woda spływająca ze zbiornika tworzy obracający się w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara spiralny lej (na półkuli północnej). W tym celu wykonano okrągły zbiornik o promieniu 2 metrów i 15 cm wysokości. W samym środku dolnej ścianki zbiornika znajdował się otwór odpływowy, z którego prowadziła 6-metrowa pionowa rura zakończona korkiem. Zbiornik ten wypełniano wodą tak, aby kręciła się ona w kierunku ruchu wskazówek zegara. Następnie odczekano 24 h na ustanie wszelkiego makroskopowego ruchu cząsteczek wody. Jej powierzchnia była w tym czasie przykryta plastikową folią, aby wyeliminować ewentualne prądy powietrza; kontrolowano też temperaturę w całym pomieszczeniu w celu uniknięcia prądów termicznych. Gdy wszystkie przygotowania zostały ukończone, z rury odpływającej wyciągnięto korek. Cały proces spływania wody trwał 20 minut. W ciągu pierwszych 12–15 nie było widocznego obrotu. Około 15. minuty pojawił się widoczny, stale narastający obrót spływającej wody w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara. Pod koniec doświadczenia ruch ten był już dobrze widoczny i jeden obrót trwał 3–4 sekundy. Podobne doświadczenie wykonano parę lat później w Sydney w Australii (*Nature* 1965, 207, (5001), 1084–1085).

W niektórych podręcznikach fizyki demonstruje się działanie siły Coriolisa na przykładzie wody odpływającej ze zlewu czy umywalki. Na półkuli północnej woda ta ma tworzyć wir kręcący się przeciwnie do ruchu wskazówek zegara, a na półkuli południowej – w kierunku zgodnym. Motyw ten jest wykorzystywany w wielu filmach i powieściach sensacyjnych. Pozwała on, na przykład, porwanemu w nieznanym miejscu bohaterowi określić podczas mycia zębów, na jakiej półkuli się znajduje. Zapewne porwany mógłby również dobrze skonstruować podręczne wahadło Foucaulta i dokonując niezauważenie przez wiele godzin żmudnych obserwacji, określić nawet swoją szerokość geograficzną (o ile oczywiście nie byłby przywiązany do łóżka). Przypuszczając, że porywacze są na tyle profesjonalni, iż nie pozwolą na wiele godzin odosobnienia ani na obserwację nocnego nieba, rzeczywiście zostaje tylko woda odpływająca z umywalki.

Siła Coriolisa jest to pozorna siła będąca kinematycznym efektem obrotu Ziemi wokół własnej osi. Prędkość liniowa powierzchni Ziemi jest większa na niższych szerokościach geograficznych, czyli bliżej równika, a mniejsza na wyższych szerokościach. Jeśli więc jakiś obiekt, może to być prąd morski lub powietrzny, porusza się południkowo na dłuższym dystansie, jego ruch musi kompensować zmiany prędkości liniowej powierzchni Ziemi na danej szerokości. Na półkuli północnej powoduje to odchylenie w prawo od kierunku ruchu, na półkuli południowej w lewo. Ponieważ zazwyczaj obserwujemy ruch względem ustalonego miejsca na Ziemi, obrót jej powoduje obserwowane działanie na każdy poruszający się obiekt jakiejś „siły”. „Siłę” tę nazywamy siłą Coriolisa.

Można sobie wyobrazić działanie tej siły na dużych dystansach. Pasaty, czyli wielkie masy powietrza przenoszące się z nadzwrotnikowych obszarów wyżu atmosferycznego do równikowej strefy niżu, mają kierunek północnwschodni, zamiast spodziewanego północnego. Odległość przebywana przez te wiatry (23 stopnie szerokości geograficznej!) jest wystarczająco duża, aby odchylenie od ruchu południkowego – „prostoliniowego” w układzie współrzędnych związanym z nieinercjalnym układem odniesienia powierzchni Ziemi – było zauważalne.

Jak ten mechanizm może wyglądać dla wody spływającej do rury? W ruchu cząsteczek wody zbliżających się do otworu odprowadzającego wodę można wyodrębnić dwie składowe prędkości (rys. 1). Jedną z nich jest składową poziomą związaną z napływaniem wody z dalszych obszarów zbiornika w okolice odpływu. Drugą składową jest pionowe odpływanie do kanalizacji. Poza



Rys. 1